

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения
в машиностроении и металлургии

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль Машиностроение и металлообработка
профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 107

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения
в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н.Гузанов
«____» _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ
ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Исполнитель: студент группы СМ-403	_____	Борисов Я.Б.
Руководитель: доц., канд. техн. наук	_____	Ульяшин Н.И.
Нормоконтролер: канд. техн. наук	_____	Билалов Д.Х.

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 105 страницах, содержит 21 рисунок, 10 таблиц, 30 источников

Ключевые слова: ЕМКОСТЬ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА, УСТАНОВКА ДЛЯ СВАРКИ, КОЛЬЦЕВОЙ ШОВ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ, ТИТАНОВЫЙ СПЛАВ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ», ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. акад Б. Е. Патона М., «Машиностроение», 1974. 768 с.

Краткая характеристика ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологии сборки и сварки емкости из титанового сплава».

2. Цель работы: разработка технологического процесса сборки и автоматической сварки в защитном газе емкости из титанового сплава.

3. В дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта был разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления емкости из титанового сплава, включающий автоматическую сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства емкости.

4. Результаты данной работы могут быть использованы при изготовлении металлоконструкции из титанового сплава для дальнейшего использования в энергетической промышленности.

Подп. и дата	тической сварки в защитном газе емкости из титанового сплава.																																								
	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.																																					
<p>3. В дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта был разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления емкости из титанового сплава, включающий автоматическую сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства емкости.</p> <p>4. Результаты данной работы могут быть использованы при изготовлении металлоконструкции из титанового сплава для дальнейшего использования в энергетической промышленности.</p>																																									
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">ДП 44.03.04.107 ПЗ</td></tr><tr><td>Ли</td><td>Изм.</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr><tr><td>Разраб.</td><td></td><td>Борисов Я.Б.</td><td></td><td></td><td rowspan="5">РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА</td></tr><tr><td>Пров.</td><td></td><td>Ульяшин Н.И.</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Т. контр.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Н. контр.</td><td></td><td>Билалов Д.Х.</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Уте.</td><td></td><td>Гузанов Б.Н.</td><td></td><td></td></tr></table>										ДП 44.03.04.107 ПЗ	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Борисов Я.Б.			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА	Пров.		Ульяшин Н.И.			Т. контр.					Н. контр.		Билалов Д.Х.			Уте.		Гузанов Б.Н.		
					ДП 44.03.04.107 ПЗ																																				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата																																					
Разраб.		Борисов Я.Б.			РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ ЕМКОСТИ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА																																				
Пров.		Ульяшин Н.И.																																							
Т. контр.																																									
Н. контр.		Билалов Д.Х.																																							
Уте.		Гузанов Б.Н.																																							
<table><tr><td>Лит</td><td>Лист</td><td>Листов</td></tr><tr><td></td><td>3</td><td>108</td></tr></table> <p>ФГАОУ ВО РГППУ Группа СМ-403</p>					Лит	Лист	Листов		3	108																															
Лит	Лист	Листов																																							
	3	108																																							

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1. Технологический раздел.....	9
1.1 Характеристика изделия.....	9
1.1.1 Описание и назначение изделия.....	9
1.1.2 Требования, предъявляемые к сварным швам.....	10
1.1.2 Конструкция изделия.....	10
1.1.4 Характеристика материала изделия.....	11
1.1.5 Свариваемость и особенности сварки сплава ВТ5-1.....	13
1.2 Анализ базовой технологии изготовления изделия.....	19
1.2.1 Базовый вариант технологии сборки и сварки изделия.....	19
1.2.2 Недостатки базовой технологии.....	33
1.3 Выбор и обоснование способа сварки.....	36
1.3.1 Выбор способа сварки.....	36
1.4 Выбор сварочных материалов.....	37
1.4.1 Выбор защитного газа.....	37
1.4.2 Выбор неплавящегося электрода.....	38
1.4.3 Выбор сварочной проволоки.....	40
1.4.4 Выбор сварочного флюса.....	41
1.5 Режимы сварки.....	42
1.5.1 Экспериментальная корректировка режима сварки.....	42
1.6 Выбор и обоснование основного сварочного оборудования.....	43
1.6.1 Инверторный аппарат для импульсной сварки постоянным током с подающим механизмом EWMAIphaQ 351 MMFDW.....	44
1.6.2 Сварочная колонна ПКТБА- КСА 2,0х2,0.....	45
1.6.3 Сварочная головка ПКТБА-СГПГн.....	46
1.6.4 Сварочный манипулятор ПКТБА- ВСУ-3.....	48
1.7. Контроль качества сварных соединений.....	49
1.8 Технологический процесс сборки и сварки металлоконструкции.....	50
2. Техничко-экономическое обоснование проекта.....	68

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата	Лп	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	Лист

ДП 44.03.04.107 ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня титан и его сплавы стали важным конструкционным материалом, широко применяемым в современном машиностроении.

Преимущества титановых сплавов перед другими конструкционными материалами общеизвестны и состоят главным образом в высокой удельной прочности, жаропрочности при умеренных температурах (до 450—600° С) и высокой коррозионной стойкости в большинстве агрессивных сред. Поэтому титановые сплавы нашли широкое распространение в таких областях машиностроения, как самолето- и ракетостроение, судостроение, химическое машиностроение и др., где эти качества могут быть наиболее полно использованы. Наибольшее распространение машиностроению получили технический титан ($\sigma_{\text{в}}=295-540$ МПа) и его низколегированные сплавы ($\sigma_{\text{в}}=950-1100$ МПа). Широкий диапазон особых физико-механических свойств, титановых сплавов, обусловил их использование в сварных конструкциях различного рода. Имеются три группы сварных конструкций, применяющихся в различных областях техники.

К первой относятся трубопроводы, емкости и другие агрегаты в основном химических производств, выполняемые из α - и псевдо α -сплавов титана и работающие при плавно меняющихся по величине статических нагрузках и постоянном внутреннем давлении. Во вторую группу входят тонкостенные силовые узлы насосов, компрессоров, трубопроводов судовых и авиационных силовых установок, несущие обшивки и панели, трубы воздушных систем, изготавливаемые из α -, псевдо α -, а также из $\alpha+\beta$ сплавов мартенситного типа и работающие в широком спектре усталостных и малоцикловых нагрузок и переменном внутреннем давлении.

К третьей группе относятся тяжелонагруженные крупногабаритные силовые узлы и агрегаты, изготавливаемые из $\alpha+\beta$ сплавов мартенситного типа и высоколегированных $\alpha+\beta$ сплавов переходного класса, большой толщины, работающие в условиях малоцикловых нагрузок при высоком уровне напряжений.

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

6

Одним из самых распространенных и эффективных видов соединения титановых сплавов, является сварка. Сварка титановых сплавов сопряжена с определенными трудностями, вызванными особыми физикохимическими свойствами титана. Титан химически активен и поглощает водород при температуре свыше 250°C, кислород свыше 400°C, азот свыше 600°C [4]. Титан обладает высокой температурой плавления, высокой теплоемкостью, низкой теплопроводностью (в сравнении со сталями), немагнитен.

Так как в большинстве случаев требуется получить сварное соединение с физическими свойствами, не уступающими основному металлу, существует необходимость получения определенной структуры металла шва. Воздействие термического цикла сварки на металл сопровождается созданием особого структурного и фазового состояния сварного соединения, отличающегося определенным комплексом физико-механических свойств от основного металла. Следует иметь в виду, что различные способы сварки оказывают различное влияние на структуру и свойства сварного соединения в связи с их различным термическим циклом и различным влиянием на химический состав сварного соединения. Кроме того, у титановых сплавов различных типов (с α -, $\alpha+\beta$ - или β -структурой) при термическом цикле сварки образуется свое структурное и фазовое состояние и свой комплекс физико-механических свойств сварного соединения. Объектом разработки является технология изготовления металлоконструкций

Предметом исследования является процесс сборки и сварки емкости гидро-системы.

Целью данной работы является разработка и внедрение технологического процесса изготовления изделий с применением наиболее производительных и экономически оправданных способов сборки и сварки, позволяющая стабильно получать отвечающие требованиям сварные соединения

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления емкости;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
					ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										7
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

- разработать технологию сборки-сварки емкости;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления емкости гидросистемы, включающий автоматическую сварку под флюсом; в экономической части - приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть - посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства емкости.

В процессе разработки дипломного проекта использованы теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, расчеты, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

Инв. № подл	Подп. и дата				Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				Лист
									8

1. Технологический раздел

1.1 Характеристика изделия

1.1.1 Описание и назначение изделия

Ёмкость гидросистемы (рисунок 1) представляет собой сосуд, работающий под давлением, изготавливаемый из сплава ВТ5-1 на основе титана. В ходе эксплуатации ёмкость испытывает статические и динамические нагрузки, повышенные и пониженные температуры, а также повышенное внутреннее давление. По требованиям технологической документации сосуд должен сохранять работоспособность при эксплуатации в диапазоне температур от минус 50° до плюс 50°С, а при изготовлении пройти два вида испытаний:

- на прочность внутренним гидравлическим давлением 29 МПа в течение 5 минут;
- на герметичность пузырьковым методом компрессионным способом внутренним давлением воздуха 24 МПа.

Негерметичность не допускается.

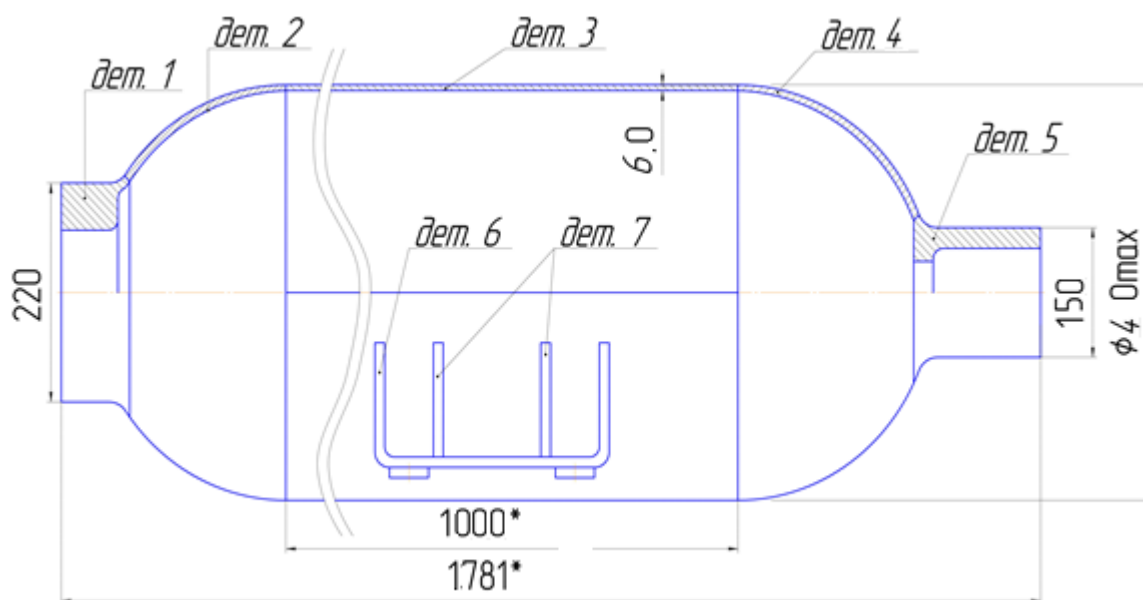


Рисунок 1 – Эскиз изделия

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист
9

1.1.2 Требования, предъявляемые к сварным швам

В плане сварки и контроля качества сварных соединений чертежом установлены следующие требования к изделию:

Сосуд должен сохранять работоспособность при эксплуатации в диапазоне температур от минус 50° до плюс 50°С, а при изготовлении пройти два вида испытаний:

- на прочность внутренним гидравлическим давлением 29 МПа в течение 5 минут;
- на герметичность пузырьковым методом компрессионным способом внутренним давлением воздуха 24 МПа.

Негерметичность не допускается.

1.1.2 Конструкция изделия

Изделие состоит из следующих частей, соединенных между собой сваркой смотри рисунок 1.1:

- фланец (деталь 1), корпус (деталь 5) и ребра (деталь 7) изготавливаются при помощи механической обработки из плиты (155x155x28 мм), прутка (диаметр 70 мм и длинна 130 мм) и листа (толщина 4,0 мм) соответственно;
- полусферы (деталь 2 и 4) изготавливаются штамповкой из листа толщиной 5,0 мм с последующей механической обработкой;
- кронштейны (деталь 6) изготавливаются гибкой из листа толщиной 4,0 мм с последующей механической обработкой;
- обечайка (деталь 3) изготавливается вальцовкой и последующей механической обработкой из листа толщиной 5,0 мм.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					10				

1.1.4 Характеристика материала изделия

Титановые сплавы, применяемые в машиностроении, в зависимости от химического состава, способов получения и вида обработки подразделяют на деформируемые (т.е. используемые в прессованном, катаном, кованом видах) и литые.

Материал днища – титановый сплав BT5-1 по ГОСТ19807-91. Это термически упрочняемый деформируемый сплав мартенситного типа с $\alpha+\beta$ структурой. Сплав BT5-1 поставляется в виде листов, плит, прутков, поковок, штамповок, сварных колец. Сплав BT5-1 применяется для изготовления сварных деталей, длительно работающих в отожженном состоянии при температурах до 400°C, а в термически упрочненном состоянии — при температурах до 350°C. Сплав BT5-1 рекомендуется для изготовления штампованных конструкций, работающих длительно при температурах до 350—400°C и кратковременно при температурах до 700°C. [1]

Титановый сплав BT5-1 по ГОСТ 19807-91 имеет следующий химический состав, %по массе: (таблица 1)

Таблица 1 - Химические свойства титанового сплава BT5-1

Ti	Al	V	Zr	Si	Fe	O	H	N	C
Основа	5.3-6.8	3.5-5.3	0.3	0.1	0.6	не более 0.2	не более 0.015	не более 0.05	не более 0.1

Прочие примеси.....0.3

И обладает следующими механическими свойствами:

σ_B	δ_5	ψ	KCU
950-1100 МПа	10-13%	35-60%	400-800 кДж / м ²

Физические свойства сплава BT5-1:

ρ	γ	$T_{пл}$
4.43 г/см ³	1.6 Ом·мм ² /м	1680°C

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

11

По типу структуры сплав ВТ5-1 относится к классу термоупрочняемых ($\alpha+\beta$)-сплавов титана.

Из химического состава сплава ВТ5-1 видно, что основными легирующими элементами являются алюминий, ванадий и цирконий.

Помимо стабилизации одной из фаз (α - для алюминия и β - для ванадия) эти два легирующих элемента способствуют понижению степени химической неоднородности распределения всех химических элементов, входящих в состав сплава.

Алюминий значительно упрочняет α -фазу при 20-25°C и повышенных температурах, снижает плотность сплава ВТ5-1, что позволяет удерживать ее на уровне титана, несмотря на присутствие элемента высокой плотности, такого как ванадий.

Для сплава ВТ5-1 ванадий, как β -стабилизатор, при содержании в сплаве выше предела своей растворимости в α -фазе, которая составляет 1,5% по массе, делает сплав склонным к закалке в околошовной зоне.

Цирконий в составе титановых сплавов связывает кислород, а также увеличивает параметр кристаллической решетки как α -, так и β -фаз, что вызывает повышение растворимости кислорода, чем уменьшается его вредное влияние. Также цирконий вводится в состав титановых сплавов для модифицирования металла с целью уменьшения размеров зерна, увеличения сопротивления ползучести и повышения длительной прочности.

Кроме легирующих элементов титановые сплавы, в том числе ВТ5-1, содержат примеси, попадающие в металл из сырья (титановой губки и лигатур) и в процессе производства полуфабрикатов. К ним относятся кислород, азот, водород, а также углерод. Примеси благодаря небольшим размерам их атомов внедряются в кристаллическую решетку α - и β -фаз и образуют растворы внедрения. С точки зрения влияния на температуру полиморфного превращения и стабилизации α - и β -фаз примеси внедрения можно разделить следующим образом.

Кислород и азот являются весьма эффективными α -стабилизаторами, с увеличением их содержания в металле повышается температура полиморфного превращения и расширяется область α -твердого раствора. Кислород снижает

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					12				

пластические свойства в области малых концентраций (до 0,1%); в интервале концентраций 0,1-0,5% он относительно мало влияет на пластичность, но при больших содержаниях (более 0,7%) титан полностью теряет способность к пластическому деформированию [2].

Азот полностью охрупчивает титан при содержании более 0,2%.

Водород расширяет β -область, однако при температуре 335°C уже происходит эвтектоидный распад с образованием гидрида титана, что также приводит к охрупчиванию.

Структура и свойства титановых сплавов при одном и том же легировании могут значительно различаться в зависимости от концентрации примесей, поэтому количество примесей в сплавах строго регламентируется.

1.1.5 Свариваемость и особенности сварки сплава BT5-1

Наиболее важными факторами, оказывающими влияние на свариваемость титана и сплавов на его основе, являются: высокая активность титана к газам атмосферы при повышенных температурах, значительная склонность к росту зерен при нагреве и возможность образования хрупких фаз при охлаждении сварного соединения.

Обязательным условием образования качественного сварного соединения является надежная защита сварного соединения от взаимодействия с газами атмосферы вследствие высокой активности титана. Следовательно, сварку необходимо производить в защитных газах (аргоне или гелии) высокой чистоты, под специальными флюсами или в вакууме, а если сборка под сварку выполняется на прихватках, то и при ее выполнении обязательна надежная двусторонняя защита металла.

Защитные средства должны обеспечивать надёжную защиту зоны сварки, ограниченную изотермой более 350°C. Необходимо также тщательно защищать и обратную сторону шва даже в том случае, если слои металла не расплавились, а только нагревались выше этой температуры.

В качестве эффективных средств защиты зоны сварки используются:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
					ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						13

- специальные насадки, с полостью в которую подается защитный газ, прикрепляемые к горелке, и обеспечивающие защиту остывающего за сварочной ванной металла (их также называют подвижными камерами с контролируемой средой);

- сварочные горелки с соплом увеличенного диаметра (но не более 30,0 мм) и цилиндрической удлиненной конструкцией (установлено, что эффективность цилиндрического сопла выше, с точки зрения обеспечения защиты, чем сужающегося сопла);

- использование в конструкции насадок, так называемой «газовой линзы», а именно применение вкладышей из пористого материала или с набором мелкоячеистых металлических сеток (не менее 8 штук на одну насадку), что позволит обеспечить ламинарность потока защитного газа;

- медные подкладки с отверстиями, расположенными в шахматном порядке, через которые поступает инертный газ для защиты обратной стороны сварного шва и т. д.

Сварка без защиты возможна при способах сварки давлением, когда благодаря высокой скорости процесса и вытеснению продуктов окисления при давлении (контактная сварка) или отсутствии высокого нагрева (ультразвуковая сварка) опасность активного взаимодействия металла в зоне сварки с воздухом сводится к минимуму.

Титан и его сплавы не склонны к образованию кристаллизационных (горячих) трещин в металле шва, что обусловлено малым температурным интервалом хрупкости, относительно низким значением модуля упругости и коэффициентом линейного расширения, склонностью к вязкому разрушению и повышенной прочностью при высоких температурах. Наиболее распространенными дефектами являются поры и холодные трещины.

Образование пор может быть связано с попаданием водорода в шов вместе с адсорбированной влагой на присадочной проволоке, флюсе, кромках свариваемых изделий или из атмосферы при нарушении защиты.

В сварном шве поры могут образоваться по следующим причинам [4]:

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист 14
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

- а) задержание пузырьков инертного газа кристаллизующимся металлом сварочной ванны при сварке титана в защитных газах;
- б) «захлопывание» микрообъемов газовой фазы, локализованных на кромках стыка, при совместном деформировании кромок в процессе сварки;
- в) химические реакции между поверхностными загрязнениями и влагой и т. д.

Перераспределение водорода в зоне сварки в результате термодеоформационных процессов при сварке может привести к возникновению пористости металла. Растворимость водорода в титане уменьшается с повышением температуры, а значит, в процессе сварки водород диффундирует из зон максимальных температур в менее нагретые области, от шва к основному металлу. Поэтому поры в сварных соединениях располагаются чаще всего в виде цепочки по границе сплавления. Они снижают статическую и динамическую прочность соединений.

На количество пор в сварном соединении можно повлиять изменением параметров режима сварки. При снижении скорости охлаждения свариваемого металла (за счет введения сопутствующего подогрева или увеличения количества погонной энергии сварки) облегчаются условия удаления газов из него.

Основными мерами борьбы с пористостью, обусловленной наличием водорода, при качественном исходном материале, является тщательная подготовка сварочных материалов: проковка флюса, применение защитного газа гарантированного качества, вакуумная дегазация и зачистка перед сваркой сварочной проволоки и свариваемых кромок (удаление альфированного (газонасыщенного) слоя травлением и механической обработкой, снятие адсорбированного слоя перед сваркой металлическими щетками или шабером, обезжиривание); соблюдение защиты и технологии сварки.

Еще одним эффективным методом снижения количества пор, причиной которых является водород, служит применение при сварке бескислородных флюсов на фторидной основе. Фториды, введенные в зону дуги, образуют не растворимые в жидком металле соединения водорода.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<div style="text-align: right; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ДП 44.03.04.107 ПЗ</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> <div>Ли</div> <div>Изм.</div> <div>№ докум.</div> <div>Подп.</div> <div>Да-</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <div>Лист</div> <div>15</div> </div> </div>					

Поры в швах титановых сплавов могут вызвать появление холодных трещин. В этом случае появление трещин обусловлено потерей пластичности в микрообъемах металла вблизи пор. Более склонны к потере пластичности швы, выполненные неплавящимся электродом, по сравнению с соединениями, сваренными плавящимся электродом. Это явление объясняют более длительным периодом пребывания металла в расплавленном состоянии (при сварке неплавящимся электродом ванна жидкого металла существует примерно в два раза дольше), время пребывания металла шва в расплавленном состоянии определяет степень его насыщения примесями – газами.

Холодные трещины возникают в результате повышенного содержания водорода в сварном соединении в сочетании с растягивающими напряжениями (остаточными сварочными и от внешней нагрузки).

Холодные трещины могут возникнуть как сразу после сварки, так и после вылеживания сварных изделий до нескольких лет (процесс замедленного разрушения).

Радикальными методами борьбы с холодными трещинами являются:

а) снижение содержания газов в сварном и присадочном металле: $H_2 < 0,008\%$; $O_2 < 0,12\%$; $N_2 < 0,04\%$;

б) соблюдение технологии сварки для предотвращения попадания паров воды и вредных газов в зону сварки;

в) снятие остаточных сварочных напряжений;

г) предотвращение возможности наводораживания сварных соединений в процессе эксплуатации.

Двухфазные конструкционные $(\alpha+\beta)$ -титановые сплавы, к которым относятся ВТ5-1, по свариваемости уступают α -сплавам, так как более чувствительны к изменению параметров режима сварки, а необходимый уровень свойств достигается в результате термической обработки, применения присадочных материалов или утолщений кромок.

Чувствительность двухфазных сплавов к термическим циклам сварки проявляется в существенном изменении механических свойств сварных соединений в зависимости от затрат погонной энергии и соответствующих им скоростей

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					16				

охлаждения околошовной зоны. Сварку сплава ВТ5-1 необходимо выполнять на относительно мягких режимах со скоростью охлаждения в пределах 10-20°С/с, но не превышающей 40°С/с, так как в этом случае результате резкой закалки на α' -фазу с мартенситной игольчатой структурой снижается пластичность, а следовательно понижается и сопротивляемость образованию холодных трещин.

Получение требуемых механических свойств металла шва, также достигается соответствующим выбором химического состава присадочной проволоки, состав которой должен быть близок к составу основного металла.

Снижение склонности металла шва к образованию холодных трещин и повышение работоспособности сварных соединений в условиях длительного нагружения достигается отжигом. Необходимость отжига сварных конструкций из $(\alpha+\beta)$ -сплавов обусловлена, прежде всего, возникновением в соединениях метастабильных фаз, склонных к распаду при последующих нагревах, а в некоторых случаях и при приложении внешних нагрузок, а также склонностью сплавов к замедленному разрушению.

Температура отжига для снятия остаточных напряжений для сплава ВТ5-1 составляет 550-650°С [2]. Учитывая склонность сплава ВТ5-1 к замедленному разрушению необходимо четко соблюдать разрыв по времени между окончанием процесса сварки и началом термообработки не более трех суток.

Если термическая обработка производилась в печах без защитной атмосферы, то необходимо выполнить удаление альфированного слоя, что предусматривает:

а) предварительное рыхление альфированного слоя дробеструйной или пескоструйной обработкой;

б) травление в растворе, содержащем 40% HF, 40% HNO₃, 20% H₂O или 50% HF и 50% HNO₃;

в) увеличение времени травления выше оптимального (более 25 секунд) приводит к взрыхлению поверхностных слоёв металла, повышенной сорбции ингредиентов среды и увеличению порообразования при сварке;

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<div style="text-align: right; padding-right: 10px;"> ДП 44.03.04.107 ПЗ </div>	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		17

г) последующую зачистку кромок на участке шириной от 10 до 15 мм с каждой стороны металлическими щетками или шаберами для удаления тонкого слоя металла, насыщенного водородом при травлении.

Перед сваркой с поверхности титана необходимо убирать газонасыщенную пленку, иначе на поверхности может остаться альфированный слой. Сохранение такого слоя недопустимо, так как переход газов из слоя в металл вызывает его охрупчивание.

Некоторые технологические указания по сварке титана и его сплавов вольфрамовым электродом в аргоне приведены далее:

- сварку производить постоянным током при прямой полярности;
- зажигание дуги производить касанием вольфрамового электрода о свариваемое изделие, причем, только при наличии газовой защиты;
- при наплавке валика вольфрамовый электрод располагать под углом 70—85° к поверхности свариваемого изделия, а присадочный материал под 90—100° к оси электрода;
- вылет вольфрамового электрода должен быть равным 6—8 мм, длина дуги должна поддерживаться постоянной в пределах 1...2 мм;
- присадочный материал вводить в зону сварки равномерно, без поперечных колебаний, опираясь концом стержня на край сварочной ванны; - нагретый конец присадочного стержня не должен выводиться из зоны газовой защиты;
- горелку перемещать равномерно-поступательно без поперечных колебаний;
- гасить дугу следует выключением сварочного тока кнопкой, расположенной на горелке, предварительно заливив кратер;
- прекращать подачу защитного газа через горелку и отвод ее от изделия осуществлять только через 5—10 секунд после потемнения шва;
- при многопроходной сварке после каждого прохода производить тщательную зачистку сварных швов от окисной пленки;
- защиту обратной стороны шва производить плотно подгоняемыми медными и стальными подкладками, остающимися подкладками из технического

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.						Лист 18
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ						

титана, поддувом аргона в специальные канавки в подкладках, или в устанавливаемые карманы вдоль сварного шва.

1.2 Анализ базовой технологии изготовления изделия

1.2.1 Базовый вариант технологии сборки и сварки изделия

Базовый вариант изготовления емкости основан на ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в камере с контролируемой атмосферой. Данная камера уже длительное время существует на предприятии и ранее использовалась для изготовления различных изделий из цветных сплавов.

В связи с тем, что изделие является ответственным узлом гидравлической системы, подвергающимся высоким нагрузкам, для подтверждения качества изделия на каждую сборочную единицу заводится технологический паспорт.

Общие технические требования

1 Изготовление и приемку обечаек производить партиями не более 10 шт.

2 На каждую партию обечаек изготавливать одну сварную пластину для образцов-свидетелей сварного соединения из того же материала и в тех же условиях, что и свариваемая деталь.

3 Материал цилиндров в партии и пластин для образцов-свидетелей сварного соединения должен быть одной партии листа (плавки).

5 К сварке емкости гидросистемы допускаются сварщики не ниже 4 разряда, имеющие допуск к сварке данной конструкции, прошедшие ежегодную аттестацию.

005 Комплектование

1 Обечайка 1 шт.

- пластина для образцов-свидетелей сварного соединения 500x130x4,8 2/10
- пластина для начала и окончания сварки 30x100x4,8 2шт на одно изделие
- пластина для проверки режимов сварки 60x300x4,8 4шт на одно изделие. Проверить наличия клейм ОТК за годность и соответствие партии листа (плавки) обечаек и пластин для образцов-свидетелей сварного соединения. Материал обе-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист 19

чаек в партии и пластин для образцов-свидетелей сварного соединения должен быть одной партии (плавки). Завести технологический паспорт.

010 Маркировка

1 Маркировать обечайку технологическим номером (номер партии, порядковый номер в партии) и пластину для образцов-свидетелей сварного соединения (технологическими номерами обечаек, которые она оправдывает) ударным способом на технологическом припуске согласно эскизу на рисунке. 2.1.

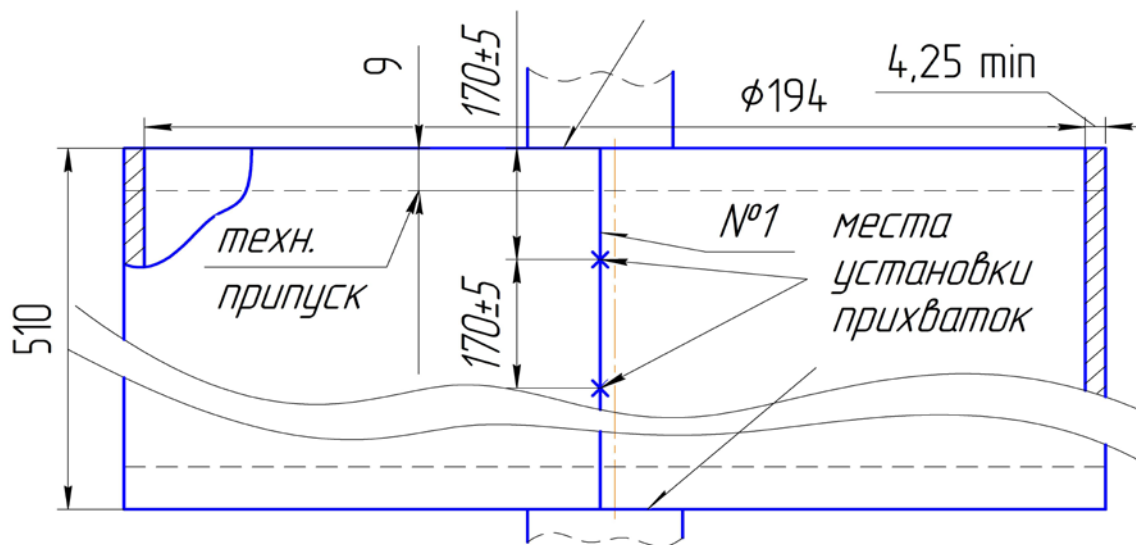


Рисунок 1.1 – Эскиз обечайки емкости гидросистемы

Инструмент: молоток 7850-0103 ГОСТ 2310-77, клейма 7858-0124 ГОСТ 25726-83.

015 Контрольная

1 Визуальный контроль обечаек.

На свариваемых кромках не допускаются трещины, надрывы, забоины, заусенцы.

2 Контроль толщины стенки обечайки.

Минимальная толщина стенки обечайки составляет 4,25 мм.

Инструмент: толщиномер ультразвуковой А1207, лупа 4-7 крат.

020 Слесарная

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

20

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

1 Свариваемые кромки обечайки разжать на ~15-20 мм в пределах упругой деформации.

2 Свариваемые кромки обечайки зачистить на ширине 15-20 мм с обеих сторон до получения ровной серебристой поверхности. После зачистки свариваемые торцы обработать шабером.

3 Обезжирить свариваемые кромки обечайки, присадочную проволоку, посадочные места приспособлений, подкладку с канавкой, для защиты от окисления обратной стороны шва, путем протирки х/б салфеткой белой смоченной ацетоном до отсутствия характерных пятен на салфетке.

4 Обработать свариваемые кромки обечайки, присадочную проволоку путем протирки х/б салфеткой белой смоченной спиртом до отсутствия характерных пятен на салфетке.

Подготовленную под сварку обечайку и присадочную проволоку предохранять от загрязнений в герметичной таре, полиэтиленовыми пленками и др. материалами. Продолжительность хранения не более 5 суток. По истечении 5 суток следует повторить операцию протирки.

Инструмент, материалы: ручная пневмошлифовальная. машина, щетка стальная, шабер, защитные очки, респиратор, х/б салфетка, ацетон ГОСТ 2768-84, спирт ректификат ГОСТ 18300-72.

025 Сборка

Собрать обечайку и выводные планки - пластины 30x100x4,8 мм (2 шт.).

в приспособлении для прихватки и сварки продольного шва при этом состыковать свариваемые кромки обечайки согласно эскизу (рисунки 2.2).

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										21

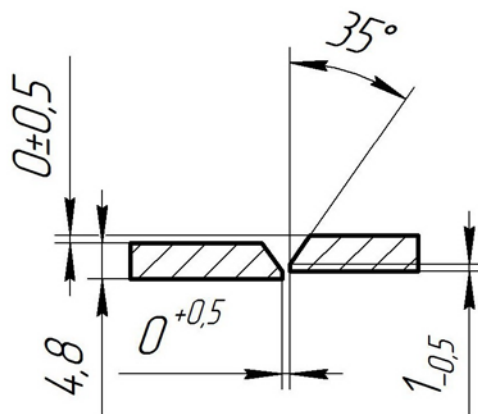


Рисунок 1.2 – Эскиз кромок обечайки подготовленных под прихватку

Прихватить обечайку с выводными планками согласно эскизу на рисунке. 1.1).

Режим сварки:

Прихватки выполнить длиной 15-20 мм.

проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87;

вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80;

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Сварочный ток 115 ± 5 А.

Расход газа 12-15 л/мин, 5-8 л/мин.

При необходимости править узел в процессе прихватки до обеспечения смещения свариваемых кромок не более 0,5 мм и зазора не более 0,4 мм.

Собрать образцы свидетели в сварочном приспособлении.

Инструмент, материалы, оборудование: молоток медный ВБ-500, щупы набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91, пост ручной аргонодуговой сварки; проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта.

030 Слесарная

Инв. № подл	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта
Инв. № дубл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	Сварочный ток 115±5 А.
Инв. № подл	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	Расход газа 12-15 л/мин, 5-8 л/мин.
Инв. № дубл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	При необходимости править узел в процессе прихватки до обеспечения смещения свариваемых кромок не более 0,5 мм и зазора не более 0,4 мм.
Инв. № подл	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	Собрать образцы свидетели в сварочном приспособлении.
Инв. № дубл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	Инструмент, материалы, оборудование: молоток медный ВБ-500, щупы набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91, пост ручной аргонодуговой сварки; проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта.
Инв. № подл	Подп. и дата		Взам. инв. №	Подп. и дата	030 Слесарная

					ДП 44.03.04.107 ПЗ	Лист
						22
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

035 Контрольная

Прихватки должны иметь серебристо-белый цвет.

Инструмент: щупы набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91.

Подготовить камеру к работе путем протирки внутренних поверхностей чистой салфеткой, смоченной ацетоном до отсутствия характерных следов на салфетке. Визуально проверить целостность уплотнительных устройств, смотровых окон и перчаток

Заккрыть камеру и протянуть винтовые зажимы

045 Сварка в камере с контролируемой атмосферой

Приварить выводные планки к обечайке.

Режим сварки:

Присадочная проволока – Спг2 Ø1.2ммГОСТ 27265-87.

Вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Сварочный ток 135 ± 5 А.

Сварить продольный шов обечайки.

Режим сварки:

Сварка первого прохода

Сварка первого прохода согласно эскизу на рисунке 1.3.

Режим сварки

Присадочная проволока – Спг2 Ø1.2ммГОСТ 27265-87.

Вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Сварочный ток 135 ± 5 А.

скорость сварки ~30мм/мин.

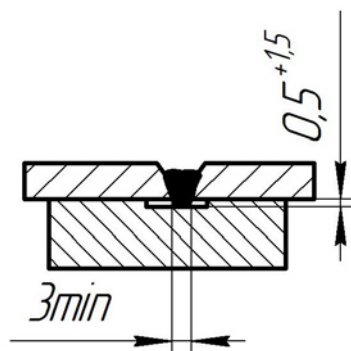


Рисунок 1.3 - Эскиз конструктивных элементов продольного сварного шва обечайки после сварки первого прохода

Сварка второго прохода согласно эскизу на рисунке. 1.4.

Режим сварки:

Присадочная проволока – Спг2 Ø2мм.

Вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист 24				

Сварочный ток 135 ± 5 А.
 скорость сварки ~ 30 мм/мин.

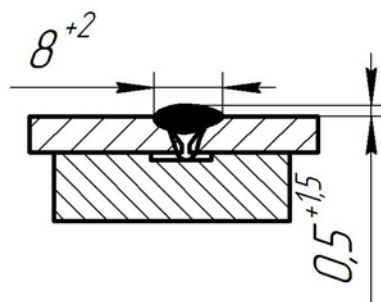


Рисунок 1.4 – Эскиз конструктивных элементов продольного сварного шва обечайки после сварки второго прохода

сварить образцы - свидетели по технологии сварки продольного шва обечайки

После сварки извлечь деталь и образцы из камеры и поставить ударное клеймо сварщика на технологическом припуске согласно эскизу на рисунке 1.1.

050 Контрольная

1 Визуальный контроль сварного шва обечайки.

Сварной шов должен быть серебристо-белого цвета.

Допускаются к исправлению: сварные швы с поверхностью соломенного, коричневого цвета, если суммарная длина окисленных участков не превышает 20% длины шва.

3 Контроль образующей обечайки в зоне сварного шва.

Допускается отклонение образующей от прямолинейности не более 1,0 мм.

Инструмент: линейка ШП-2-630 ГОСТ 8026-75, щупы 100 набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91.

055 Слесарная

1 Зачистить сварной шов и околошовную зону обечайки с обеих сторон от цветов побежалости.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Сварной шов должен быть серебристо-белого цвета.					
					Допускаются к исправлению: сварные швы с поверхностью соломенного, коричневого цвета, если суммарная длина окисленных участков не превышает 20% длины шва.					
					3 Контроль образующей обечайки в зоне сварного шва.					
					Допускается отклонение образующей от прямолинейности не более 1,0 мм.					
Инструмент: линейка ШП-2-630 ГОСТ 8026-75, щупы 100 набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91.										
055 Слесарная										
1 Зачистить сварной шов и околошовную зону обечайки с обеих сторон от цветов побежалости.										
					ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист 25
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

2 Сварной шов обработать до размеров согласно эскизу на рисунке 1.4 с плавным переходом к основному металлу. Шероховатость в зоне зачистки должна быть не более $Ra=3,2$ мкм.

3. Маркировать образец – свидетель технологическим номером обечайки.

Инструмент: пневматическая шлифмашина, стальная вращающаяся щетка, защитный кожух, защитные очки, борфреза 1203-538 ВК9, круг лепестковый КЛО 80x20x615А 12-ПА2С2ГА- ГОСТ 22775-77.

060 Контрольная

Контроль геометрических размеров сварного шва согласно эскизу на рисунках. 1.3 и 1.4.

Инструмент: УШС-3.

065 Радиографический контроль

Контроль сварного шва обечайки рентгеновским излучением по ГОСТ 7512-82 класс чувствительности 2.

Дефекты на технологических припусках не являются браковочным признаком.

070 Промывка

1 Промыть узлы в уайт-спирите до полного удаления технологических загрязнений путем тщательной протирки щеткой, смоченной в уайт-спирите с последующем ополаскиванием в проточной воде.

2 Продуть узлы сжатым воздухом до полного удаления влаги.

Инструмент: щетка щетинная.

Примечание.

Промывку производить непосредственно перед загрузкой узлов в печь, при этом не допускать попадания на узлы посторонних загрязнений.

075 Слесарная

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист 26

На обечайку установить технологические кольца для формирования размера $\varnothing 194$ на расстояние 5-7 мм от торцов.

Оснастка, инструмент: молоток, кольца бандажные цеховые.

080 Отжиг

Отжиг, для снятия остаточных напряжений партии обечаек выполнять в печи с контролируемой атмосферой. Подготовку печи к работе и работу с печью вести согласно типовому технологическому процессу на отжиг.

$T=775\pm 25^{\circ}\text{C}$, выдержка 30-50 мин., охлаждение с печью.

Разрыв по времени между окончанием сварки и началом отжига не более 3 суток.

085 Пескоструйная очистка

090 Механическая обработка

Подрезка торцев обечайки с формированием разделки кромок.

092 Маршрутная

1 Отправить заготовки образцов-свидетелей в ЦЗЛ на изготовление теплов и испытаний трех образцов на растяжение (тип XIII) и двух образцов на изгиб (тип XXVII) по ГОСТ 6996-66.

В случае неудовлетворительных результатов испытаний механических свойств сварного соединения допускается повторное испытание на удвоенном количестве образцов, изготовленных из той же пластины.

Требования к механическим свойствам:

$$\sigma_{\text{вр}} \geq (850) \text{ МПа } ((85) \text{ кгс/мм}^2)$$

$$\alpha \geq 30^{\circ}$$

095 Комплектование

Скомплектовать на сборку тех. узел 1

Полусфера (деталь №2 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт.

Фланец (деталь №1 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт.

100 Контрольная

Проверить на деталях и на бирках к ним наличие клейм ОТК за годность.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист 27
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					

Детали должны иметь чистую светлую поверхность.

105 Слесарная

Подготовку под прихватку выполнить согласно операции 020 (кроме п.1).

110 Сборка

Собрать тех. узел 1 из деталей 1 и 2 и на приспособлении согласно эскизу на рисунке. 1.5 и прихватить на 3 прихватки.

Режим сварки:

Присадочная проволока – Спг2 Ø1.2мм ГОСТ 27265-87.

Вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Сварочный ток 115 ± 5 А.

Расход газа 12-15 л/мин, 5-8 л/мин.

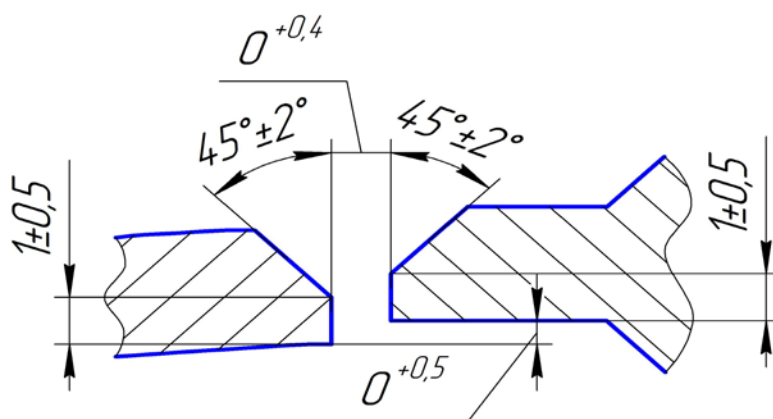


Рисунок 1.5 – Эскиз подготовленных кромок под прихватку узлы №1 и №2

Материалы, оборудование: пост ручной аргонодуговой сварки; проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта.

115 Слесарная

Выполнить согласно операции 030.

120 Контрольная

Выполнить согласно операции 035 согласно эскизу на рисунке. 1.5.

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

125 Подготовка камеры к работе

Подготовить камеру к работе согласно операции 040

130 Сварка в камере с контролируемой атмосферой

Сварить тех. узел 1 согласно операции 045. Режимы сварки смотри в операции 045. Эскиз сварного соединения узлов №1 и №2 представлен на рисунке 1.6

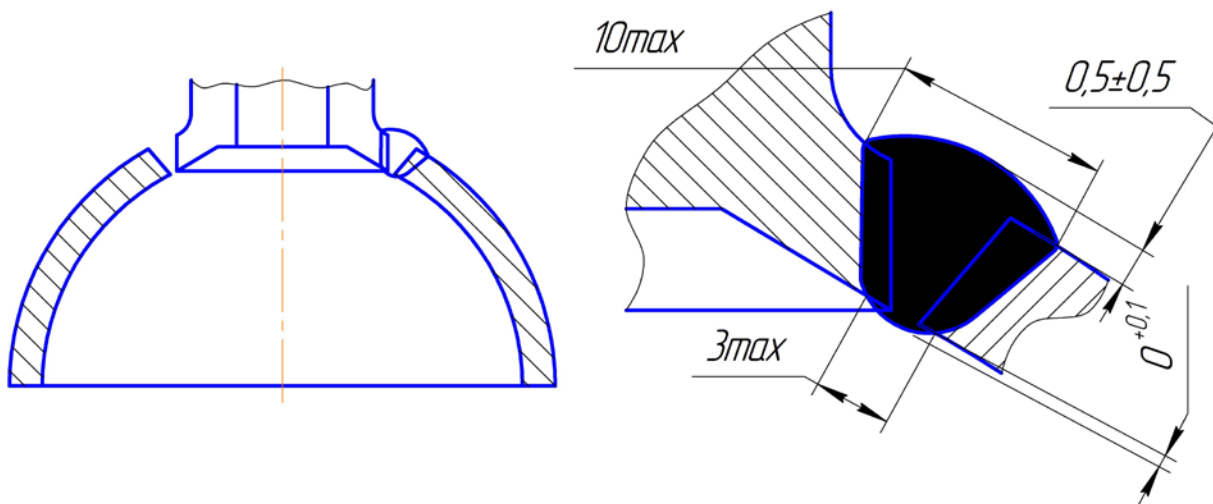


Рисунок 1.6 – Эскиз сварного соединения узлов №1 и №2

135 Контрольная

1 Визуальный контроль сварного шва.

Сварной шов должен быть серебристо-белого цвета.

Допускаются к исправлению: сварные швы с поверхностью соломенного, коричневого цвета, если суммарная длина окисленных участков не превышает 20% длины шва.

Инструмент: линейка ШП-2-630 ГОСТ 8026-75,

140 Слесарная

Обработать тех. узел 1 согласно операции 055

145 Контрольная

Контроль геометрических размеров сварного шва согласно операции 060

150 Радиографический контроль

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-
ДП 44.03.04.107 ПЗ				
				Лист
				29

Контроль сварного шва обечайки рентгеновским излучением по ГОСТ 7512-82 класс чувствительности 2.

Дефекты на технологических припусках не являются браковочным признаком.

155 Промывка

1 Промыть узлы в уайт-спирите до полного удаления технологических загрязнений путем тщательной протирки щеткой, смоченной в уайт-спирите с последующем ополаскиванием в проточной воде.

2 Продуть узлы сжатым воздухом до полного удаления влаги.

Инструмент: щетка щетинная.

Примечание.

Промывку производить непосредственно перед загрузкой узлов в печь, при этом не допускать попадания на узлы посторонних загрязнений.

160 Слесарная

На сборку надеть технологические кольца цеховые для формирования размера Ø194 на расстояние 5-7 мм от торцов полусфер.

Оснастка, инструмент: молоток, кольца бандажные цеховые.

165 Отжиг

Выполнить согласно операции 080.

170 Пескоструйная очистка

175 Механическая обработка

Подрезка торцевтех.узла с формированием разделки кромок.

180 Комплектование

Скомплектовать на сборку тех. узел 2

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					30				

Корпус (деталь №5 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт.

Полусфера (деталь №4 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт

185 Сборочно- сварочная

Собрать, сварить и проконтролировать тех. Узел 2 по аналогии с тех.узлом 1 (смотри операции 100-170)

190 Механическая обработка

Подрезка торцевтех.узла с формированием разделки кромок.

180 Комплектование

Скомплектовать на сборку емкости

Тех. Узел 1, состоящий из деталей поз.1,поз.2 на эскизе (смотри рисунок 1.1) 1 шт.

Тех. Узел 2, состоящий из деталей поз.4,поз.5 на эскизе (смотри рисунок 1.1) 1 шт.

Обечайка (деталь поз.3 на эскизе (рисунок.1.1)) 1 шт.

Кронштейн (деталь поз.6 на эскизе (рисунок.1.1)) 2 шт.

Ребро (деталь №7 на эскизе (рис.1.1)) 4 шт.

185Сборочно- сварочная

Собрать емкость на приспособлении и на прихватках согласно чертежу и , операциям 015-035, сварить и проконтролировать согласно чертежу и операциям 040-065 Эскиз сборки емкости смотри на рисунке 1.7

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					31

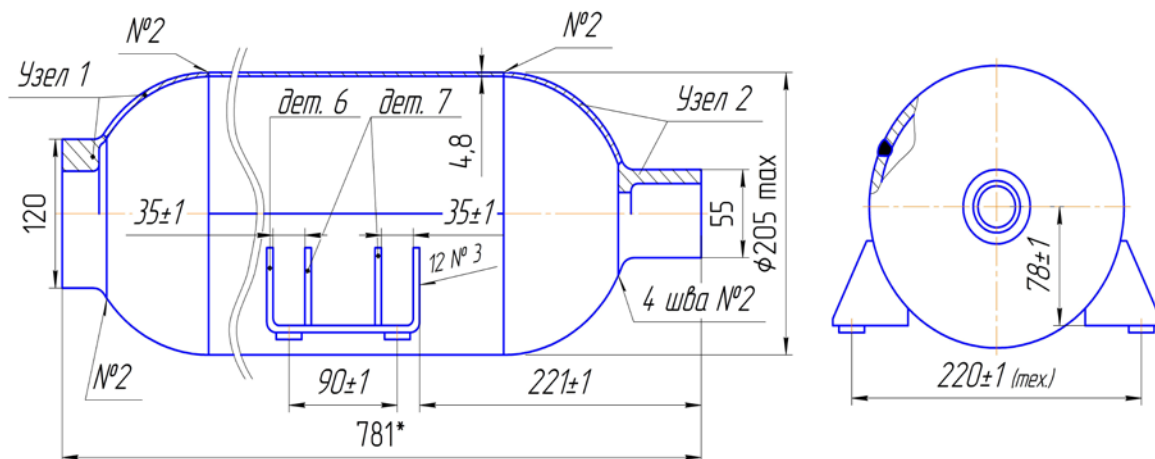


Рисунок 1.7 – Эскиз сборки емкости

190 Промывка

Промыть сборку согласно операции 155

Примечание.

Промывку производить непосредственно перед загрузкой узлов в печь, при этом не допускать попадания на узлы посторонних загрязнений.

195 Слесарная

На сборку надеть технологические кольца цеховые для формирования размера Ø194 на расстояние 5-7 мм от торцов полусфер.

Оснастка, инструмент: молоток, кольца бандажные цеховые.

200 Отжиг

Выполнить согласно операции 080.

205 Пескоструйная очистка

210 Контрольная

1 Проверить качество пескоструйной обработки.

На емкостях не должно быть пятен и разводов.

2 Проверить соответствие сборок технической документации и чертежу.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист 32

3 Проверить наличие отметок в технологических паспортах за все предыдущие операции и правильность их заполнения.

210 Механическая обработка

Чистовая механическая обработка.

215 Испытание на прочность

Гидравлические испытание емкости на прочность

Давление $P=290 \text{ кгс/см}^2$ 29 МПа.

Выдержка 5 минут.

220 Испытание на герметичность

Испытание на герметичность пузырьковым методом компрессионным способом внутренним давлением воздуха $240^{+10} \text{ кгс/см}^2$ 24 МПа.

Негерметичность не допускается.

1.2.2 Недостатки базовой технологии

Анализ базовой технологии сварки изделия выявляет такие её недостатки как большой объем ручной сварки и малая производительность, как следствие. В связи с необходимостью работы камеры с контролируемой атмосферой велик расход защитного газа.

Однако, главной причиной отказа от базовой технологии сварки оказалось неудовлетворительное состояние сварочной камеры с контролируемой атмосферой. Гидравлические испытания первой же партии сборочных единиц показали неудовлетворительные результаты.

Разрушенные изделия были переданы на металлографическое исследование в центральной заводской лаборатории.

Результаты исследования одной из сборочных единиц представлены ниже.

Разрушение емкости произошло при гидроиспытаниях при $P=290 \text{ МПа}$ на второй минуте испытаний.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист 33

Внешний осмотр показал:

- разрушение распространяется вдоль продольного сварного шва цилиндра с выходом на полусферы рисунок 1.8.



Рисунок 1.8 – Изображение разрушенной емкости

- зона максимального раскрытия ≈ 200 мм от одного кольцевого сварного шва имеет протяженность ≈ 120 мм;

- за зоной максимального раскрытия следует участок протяженностью ≈ 30 мм с многочисленными трещинами на наружной поверхности сварного шва (рисунок 1.9), строение изломов свидетельствует о том, что начало разрушения совпадает с этим участком;



Рисунок 1.9 – Изображение продольного шва емкости

- изломы по месту разрушения крупнозернистые, без следов окисления;

При макроанализе выяснилось, что в исследуемых сечениях сборок в сварном шве наблюдаются газовые раковины, поры (рисунок. 1.10).

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист
34



Рисунок 1.10 – Макроструктура продольного сварного шва

При проведении микроанализа выяснилось, что в микроструктуре продольного сварного шва в зоне начала разрушения с наружной стороны наблюдается значительное количество трещин напряжения (рисунок. 1.11);

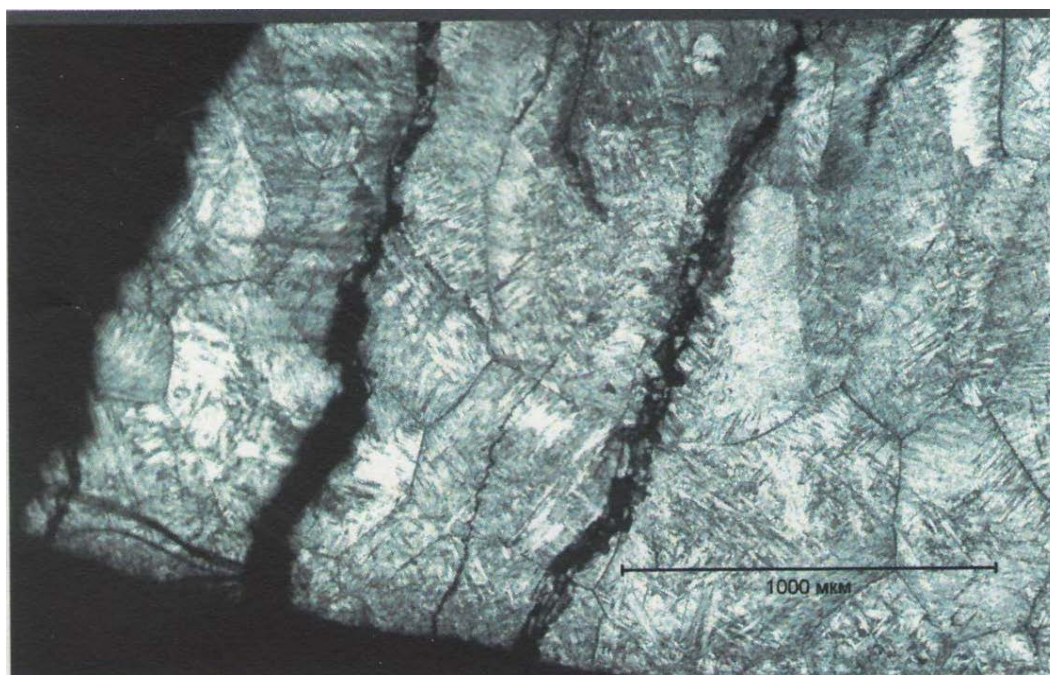


Рисунок 1.11 – Микроструктура продольного сварного шва

Закключение: характер и расположение трещин в зоне начала разрушения свидетельствует о насыщении металла газами, которое при воздействии силового фактора приводит к хрупкому разрушению металла.

По результатам детального обследования камеры группа механика предприятия дала заключение о критическом износе подвижных частей камеры и её

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.			

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

уплотнительных устройств, а так же об отсутствии возможности ремонта вакуумных насосов ввиду невозможности приобретения запасных частей.

1.3 Выборы обоснование способа сварки

1.3.1 Выбор способа сварки

Основным направлением усовершенствования технологии сварки является улучшение её технико - экономических показателей: увеличение производительности, уменьшение трудоемкости, уменьшение затрат на производство, однако в нашем случае в первую очередь необходимо обеспечить стабильно высокое качество сварных соединений.

Повышения качественных и технико - экономических показателей трудно добиться, используя ручную дуговую сварку неплавящимся электродом в инертном газе. Для получения стабильных результатов и повышения производительности необходимо перейти к автоматизированным способам сварки. Для сварки изделия таких габаритов и толщиной свариваемого металла 6.0 мм хорошо зарекомендовал себя способ автоматической сварки неплавящимся электродом в защитном газе по активирующему флюсу.

Предлагаемый способ сварки имеет ряд следующих преимуществ перед ранее используемым:

- 1) более высокая производительность сварки;
- 2) более высокая точность соблюдения параметров режима сварки, таких как смещение электрода относительно оси шва и расстояние от конца электрода до свариваемого металла (напряжение дуги), которые при ручной аргонодуговой сварке полностью зависят от квалификации сварщика;
- 3) отсутствие необходимости использования камеры с контролируемой атмосферой для сварки, тем самым сокращаются затраты времени на изготовление единицы изделия, расход защитного газа (аргон), а также облегчаются условия труда сварщика.
- 4). Менее трудоемкая механическая обработка деталей и технологических узлов (отсутствие разделки кромок)

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					
										Лист
										36

Кроме того, весомым доводом в пользу выбранного способа является наличие на предприятии установки для автоматической сварки изделий из коррозионностойких сталей, которую, с небольшими доработками, можно использовать для сварки продольных и кольцевых швов емкостей гидросистемы.

Приварку кронштейнов при этом придется выполнять ручной сваркой неплавящимся электродом в защитном газе ввиду малой протяженности и относительно сложной конфигурации сварного соединения.

1.4 Выбор сварочных материалов

1.4.1 Выбор защитного газа

В качестве защитного инертного газа можно использовать как гелий, так и аргон.

Плотность аргона приблизительно в 10 раз больше плотности гелия. Для защиты нагретого металла (при сварке в нижнем положении) от взаимодействия с газами атмосферы более эффективен тяжелый газ, то есть аргон, а при гелиевой защите для получения того же эффекта требуется примерно в 2-3 раза больший расход газа.

При любой скорости подачи электродной проволоки напряжение на аргоновой дуге будет значительно меньше, чем на гелиевой дуге. В результате будет меньшее изменение напряжения по длине дуги, что, в свою очередь, приводит к большей стабилизации дуги.

Гелиевая дуга имеет большую степень разбрызгивания электродного металла по сравнению с аргоновой дугой и меньшую глубину проплавления.

Потенциал ионизации аргона приблизительно на 30 % меньше, чем у гелия, что облегчает условия зажигания сварочной дуги в аргоне.

Для сварки емкости гидросистемы предлагается использование аргона.

По ГОСТ 10157-79 существуют два сорта аргона в жидком и газообразном состоянии – первый и высший сорт. Сравнительные данные о химическом составе по ГОСТ 10157-79 (в масс. %) и стоимости аргона газообразного первого и высшего сортов приведены в таблице 1.1.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ
					37

Таблица 1.1 - Химический состав и стоимость марок аргона газообразного

Наименование показателя	Высший сорт	Первый сорт
1	2	3
Объемная доля аргона, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, не более	0,0007	0,002
Объемная доля азота, не более	0,005	0,01
Объемная доля водяных паров, не более	0,0009	0,001
Объемная доля суммы углеродсодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , не более	0,0005	0,001
Стоимость (баллон 40 л), руб.	3363	2485

Исходя из условий обеспечения наилучшего качества сварного соединения, так как изделие является ответственным и требования к чистоте сварочных материалов повышенные, принимая во внимание относительно небольшую разницу в стоимости сортов аргона, в качестве газа для двусторонней защиты шва принимаем аргон высшего сорта по ГОСТ 10157-79.

1.4.2 Выбор неплавящегося электрода

При выборе неплавящегося вольфрамового электрода необходимо учитывать такие показатели как износостойкость электрода, показатели зажигаемости дуги при его применении, стоимость, экологичность и безопасность применения на рабочем месте. В данной работе выбор осуществлялся из четырех марок вольфрамовых электродов ЭВЧ, ЭВЛ, ЭВИ-2, ЭВТ-15 (ГОСТ 23949-80).

Электроды ЭВЧ, в отличие от других марок, в большей степени подвержены оплавлению в процессе сварки, при этом возрастает риск появления вольфрамовых включений в металле шва из-за отрыва частиц вольфрама и попадания их в сварочную ванну, что является недопустимым дефектом. Чаще всего электроды марки ЭВЧ используются при сварке алюминия и его сплавов на переменном токе. Электроды из чистого вольфрама могут быть использованы и при сварке на постоянном токе, однако токовая нагрузка должна быть снижена по сравнению с электродами, имеющими специальные добавки. Достоинством данной марки электродов является стоимость – это самая дешевая марка из рассмат-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ
					38

риваемых в данной работе. Стоимость одного электрода ЭВЧ диаметром 3 мм составляет 265 рублей.

Электроды марки ЭВЛ применяются для сварки на постоянном и переменном токе. Данная марка электрода имеет в своем составе добавку оксида лантана (La_2O_3). Добавка оксида лантана повышает эмиссионную способность электрода, что обеспечивает улучшение характеристик зажигания дуги, продления срока службы электрода и заданного угла заточки. Длительная работа без заточки электрода особенно важна в тех случаях, когда процесс сварки длится непрерывно в течение продолжительного времени с кратковременным интервалом между наложением проходов. Стоимость одного электрода марки ЭВЛ диаметром 3 мм составляет 320 рублей.

Электроды марки ЭВТ-15 имеют схожие характеристики с электродами марки ЭВЛ. В своем составе данная марка электродов имеет добавку двуокиси тория (ThO_2), которая, по сравнению с добавкой оксида лантана, в большей степени продлевает срок эксплуатации электрода с заданным углом заточки. Характеристика зажигаемости дуги соответствует электродам марки ЭВЛ. Существенным недостатком электродов данной марки является радиоактивность диоксида тория. Электроды данной марки рекомендованы для сварки швов небольшой протяженности с перерывами, а также сварочных постов с усиленной местной вытяжной вентиляцией с целью полного удаления из рабочей зоны сварочных аэрозолей, содержащих радиоактивный оксид. Стоимость одного электрода марки ЭВТ-15 диаметром 3 мм составляет 340 рублей.

Электроды марки ЭВИ-2 обеспечивают максимальную токовую нагрузку по сравнению с электродами марки ЭВЛ и ЭВТ-15. В своем составе данная марка электродов имеет добавку оксида иттрия (YO), которая, в отличие от добавки диоксида тория, не имеет такой радиоактивности. Наличие в составе электрода оксида иттрия повышает стабильность катодного пятна на конце электрода, вследствие чего улучшается устойчивость дуги в широком диапазоне рабочих токов. Характеристика зажигаемости дуги соответствует электродам марки ЭВЛ. Электроды марки ЭВИ-2 предназначены для сварки ответственных конструкций из углеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей, титана, меди и их

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ			39

сплавов на постоянном токе. Стоимость одного электрода марки ЭВИ-2 диаметром 3 мм составляет 330 рублей.

Исходя из характеристик зажигаемости и стабильности горения дуги, срока службы электрода, обеспечения безопасности на рабочем месте, а также стоимости, в качестве неплавящегося электрода выбран электрод вольфрамовый марки ЭВИ-2 (ГОСТ 23949-80).

Химический состав электрода вольфрамового марки ЭВИ-2 по ГОСТ 23949-80 в масс. %:

- вольфрам (W) не менее 99,95;
- окись иттрия (Y₂O₃) 2,0-3,0;
- прочие примеси не более 0,05.

1.4.3 Выбор сварочной проволоки

Основными критериями при выборе присадочной проволоки является получение сварного шва равнопрочным основному металлу и сохранение высокой пластичности, что при сварке титана BT5-1 осуществляется за счет применения сварочной проволоки, близкой по составу к основному металлу [1].

Из всех сварочных проволок, изготавливаемых для сварки титановых сплавов, наиболее близкими по химическому составу к сплаву BT5-1 являются проволоки BT5-1в и СПТ-2.

Сравнительные данные о химическом составе сварочных проволок BT5-1в и СПТ-2 по ГОСТ 27265-87 приведены в таблице 1.2.

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ
					40

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл

пластичности, что при сварке титана ВТ5-1 осуществляется за счет применения сварочной проволоки, близкой по составу к основному металлу [1].

Из всех сварочных проволок, изготавливаемых для сварки титановых сплавов, наиболее близкими по химическому составу к сплаву ВТ5-1 являются проволоки ВТ5-1в и СПТ-2.

Сравнительные данные о химическом составе сварочных проволок ВТ5-1в и СПТ-2 по ГОСТ 27265-87 приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Химический состав сварочной проволоки марок ВТ5-1в и СПТ-2 по ГОСТ 27265-87 (в масс. %)

Марка сплава	Основные компоненты				Примеси, не более					
	Титан	Алюминий	Ванадий	Цирконий	Кремний	Железо	Углерод	Кислород	Азот	Водород
СПТ-2	Основа	3,5-4,5	2,5-3,5	1,0-2,0	0,1	0,15	0,05	0,12	0,04	0,003
ВТ5-1в		3,5-4,5	2,5-3,5	-						

Стоимость сварочной проволоки ВТ5-1в составляет 1175 руб./ кг, что ниже стоимости проволоки СПТ-2 в 1461 руб./кг.

Как видно из таблицы 1.2 составы сварочной проволоки марок ВТ5-1в и СПТ-2 отличаются друг от друга только наличием циркония в составе проволоки СПТ-2.

Проволока СПТ-2 предназначена для сварки двухфазных ($\alpha+\beta$)-сплавов (без термического упрочнения сварных соединений) к которым относится сплав ВТ5-1.

Так как в составе свариваемого сплава ВТ5-1 присутствует цирконий, исходя из требований максимальной близости состава присадочной проволоки к составу основного металла, я остановил свой выбор сварочной проволоки на марке СПТ-2, хотя она и дороже по стоимости.

1.4.4 Выбор сварочного флюса

Флюс марки АНТ-25А, предназначенный для аргонодуговой сварки высоколегированных псевдо- α , ($\alpha+\beta$) и β -сплавов толщиной от 2,5 до 6,0 мм, подходит к сварке сплава ВТ5-1 и очень хорошо зарекомендовал себя на практике в условиях завода.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					41				

1.5 Режимы сварки

Предварительно режим сварки неплавящимся электродом в защитном газе по активирующему флюсу принят по рекомендациям ПИ 1.4.1898-2003

Сварка производится в 2 прохода.

Первый проход без подачи присадочной проволоки:

Ток сварки 230-270 А,

напряжение дуги 10-11 В,

без присадки.

Удельный расход газа:

в горелку и козырек 14-20 л/мин,

в подкладку 8-12 л/мин,

скорость сварки 10-15 м/час.

Второй проход с подачей присадочной проволоки:

Ток сварки 230-270 А,

напряжение дуги 10-11 В,

без присадки.

Удельный расход газа:

в горелку и козырек 14-20 л/мин,

в подкладку 8-12 л/мин,

скорость сварки 10-15 м/час.

скорость подачи присадочной проволоки 100-140 м/ч.

1.5.1 Экспериментальная корректировка режима сварки

Принятый по справочным данным режим сварки необходимо скорректировать в условиях реального производства.

Для этого была произведена сварка контрольных образцов на справочном режиме и с отклонениями от справочного режима. Наилучшие показатели сварных швов были достигнуты на режиме, приведённом ниже:

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					42				

Первый проход без подачи присадочной проволоки:

Ток сварки 210 ± 5 А,
напряжение дуги 9,5-10,0 В,
без присадки.

Удельный расход газа:

в горелку 8-10 л/мин,
в козырек 4-6 л/мин,
в подкладку 7-8 л/мин,
скорость сварки 12,0 м/час.

Второй проход с подачей присадочной проволоки:

Ток сварки 220 ± 5 А,
напряжение дуги 10,0-12,0 В,
Удельный расход газа:
в горелку 8-10 л/мин,
в козырек 4-6 л/мин,
в подкладку 7-8 л/мин,
скорость подачи присадочной проволоки 130-135 м/ч.

1.6 Выбор и обоснование основного сварочного оборудования

Так как характеристики имеющейся на предприятии установки для автоматической сварки нержавеющей сталей неплавящимся электродом в защитном газе вполне удовлетворяют требованиям технологии сварки титановых сплавов задачу выбора оборудования можно считать выполненной.

Ниже перечислено основное сварочное оборудование и приведены его характеристики.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					43				

1.6.1 Инверторный аппарат для импульсной сварки постоянным током с подающим механизмом EWMAAlphaQ351 MMFDW

Выбор данной установки обусловлен ее фактическим наличием на предприятии. Внешний вид установки представлен на рисунке 1.11

Для изготовления гидравлической емкости многие функции установки, такие как возможность импульсной сварки, возможность ручной дуговой сварки, в том числе покрытыми электродами. При необходимости организации второго сварочного поста, предназначенного исключительно для сварки емкостей гидросистемы следует предпочесть более дешевую установку Tetrix351 AC DC Synergic AW FW coldwire. Выбор изделий фирмы EWM обусловлен тем, что производитель сварочной колонны, головки и манипулятора заявляет полную совместимость и интеграцию с изделиями фирмы.



Рисунок 1.11 – Внешний вид установки EWMAAlpha Q 351 MM FDW

Технические характеристики установки EWMAAlphaQ351 MMFDW

Диапазон регулирования сварочного тока	5-350
Продолжительность включения при $t=40^{\circ}\text{C}$	350А 100%

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Лист
					44
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ

Напряжение холостого хода	80в
Сетевое напряжение	3х380
Максимальная потребляемая мощность	13,9 кВА
Габариты аппарата (Д×Ш×В) в мм	1100 х 455 х 1000
Габариты устройства подачи проволоки (Д×Ш×В) в мм	690 х 300 х 410
Масса аппарата	135 кг
Масса устройства подачи проволоки	15,3 кг

1.6.2 Сварочная колонна ПКТБА- КСА 2,0х2,0

Выбор данной установки обусловлен ее фактическим наличием на предприятии. При необходимости организации второго сварочного поста, предназначенного исключительно для сварки емкостей гидросистемы следует предпочесть аналогичную колонну, так как данная модель оборудования хорошо зарекомендовала себя в условиях производства. Кроме того, в производстве предпочтительнее иметь установки с максимально унифицированными узлами для облегчения обслуживания и ремонта. Немаловажным фактором является так же близость предприятия- изготовителя, что позволит сократить время на пусконаладку установки, сократит сроки поставки запасных и расходных частей, упростит связь со службой технической поддержки предприятия –изготовителя.

Внешний вид установки представлен на рисунке 5.2

Технические характеристики колонны ПКТБА- КСА 2,0х2,0:

Грузоподъемность, кг	300
Горизонтальное перемещение консоли, мм (Х)	2000
Скорость горизонтального перемещения консоли, мм/мин	1000
Вертикальное перемещение консоли, мм (У)	2000
Скорость вертикального перемещения консоли, мм/мин	1000
Угол поворота, град.	±180(0)
Общая высота, мм (Н)	4297 (4241)
Общая ширина, мм (В)	990

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ

Головка позволяет сваривать детали толщиной от 1,0 мм. как с применением присадочной проволоки, так и без нее. Механизма регулировки длины дуги полностью программируется в составе сварочной колонны и источников питания EWM . Головка дополнительно может комплектоваться механизмом колебания горелки.



Рисунок 1.13 – Внешний вид головки ПКТБА-СГПГн

Технические характеристики головки ПКТБА-СГПГн

Вертикальное перемещение сварочной головки, мм	300
Поперечное перемещение сварочной горелки (ручное), мм	±50
Амплитуда колебания сварочной горелки, мм	0-50
Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, мм	100
Диаметр не плавящегося электрода, мм	1,0-6,4
Диаметр присадочной проволоки, мм	0,8 - 1,6
Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин	0,2-10
Диапазон регулировки сварочного тока, А	5-550

Име. № подл	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
					ДП 44.03.04.107 ПЗ				Лист
									47

1.6.4 Сварочный манипулятор ПКТБА- ВСУ-3

Выбор данной установки обусловлен ее фактическим наличием на предприятии. При необходимости организации второго сварочного поста, предназначенного исключительно для сварки емкостей гидросистемы следует предпочесть манипулятор меньших размеров, с диаметром планшайбы не более 400 мм, грузоподъемностью не менее 100 кг. Так же манипулятор должен обеспечивать возможность интеграции в установку.

Внешний вид установки представлен на рисунке 5.4



Рисунок 1.14 -Внешний вид манипулятора ПКТБА- ВСУ-3

Технические характеристики манипулятора ПКТБА- ВСУ-3

Наибольшая грузоподъемность, кг	400
Наибольший крутящий момент на оси вращения, Н м	400
Наибольший крутящий момент относительно опорной плоскости планшайбы, Н м	500
Диаметр планшайбы, мм	800
Наибольший угол поворота планшайбы, град.	360
Наибольший угол наклона планшайбы, град.	135
Частота вращения планшайбы, об/мин.	0,063-3,15
Регулирование частоты вращения планшайбы	плавное

Высота от уровня пола до оси вращения шпинделя при ее горизонтальном положении, мм	700
Мощность электродвигателя привода вращения, кВт	0,55
Мощность электродвигателя привода наклона, кВт	0,55
Напряжение питающей сети, при частоте 50 Гц, В	380х3
400	
Длина, мм	1060
Ширина , мм	830
Высота, мм	800
Масса, кг	420

1.7. Контроль качества сварных соединений

Для обеспечения требуемого качества сварных соединений необходимо осуществлять следующие виды пооперационного и окончательного контроля:

1. материалов;
2. подготовки под сварку;
3. сварки;
4. после термической обработки;
5. на соответствие параметров швов;
6. на определение наружных и внутренних дефектов с помощью неразрушающих методов контроля;
7. на герметичность и прочность в соответствии с требованиями конструкторской документации.
8. на определение газонасыщения (N_2 , O_2 , H_2);
9. механические испытания образцов-свидетелей

При этом контроль сварочных материалов и основного металла осуществляется на этапе входного контроля постоянно, в объеме партии, поставляемой на предприятие,

Контроль пунктов 1-7 и 9 осуществляется на всех этапах изготовления изделий в объеме 100% от партии.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № инв.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ	49

Металлографический контроль производится периодически, один раз в месяц, или по указанию главного сварщика предприятия при систематических дефектах сварных соединений.

Наиболее ответственными этапами контроля являются:

— в первую очередь визуально- инструментальный контроль качества зачистки свариваемых кромок, контроль качества приготовления сварочных материалов, контроль правильности сборки, контроль готовых сварных соединений на соответствие геометрических размеров, контроль цветов побежалости, характеризующих качество защиты металла от активных газов;

— во вторую очередь это неразрушающий контроль, а именно, рентгенографический контроль.

Для металла толщиной 4.8 мм это достаточно эффективный способ контроля, позволяющий судить о качестве сварного соединения. При рентгенографическом контроле выявляются такие опасные дефекты, как трещины, поры, включения вольфрама, а так же их положение в сварном соединении, что позволяет исправлять выявленные дефекты.

В третью очередь, это испытания образцов- свидетелей на механические свойства. Механические свойства сварного соединения определяют работоспособность изделия.

Окончательно, изделие подвергается гидравлическим испытаниям на прочность давлением $P=29$ МПа , что составляет 150% от максимального рабочего давления гидравлической системы, в составе которой работает изделие и испытаниям на герметичность пузырьковым методом компрессионным способом внутренним давлением воздуха 24 МПа.

Это позволяет судить о работоспособности изделия в целом.

1.8 Технологический процесс сборки и сварки металлоконструкции

Предлагаемый вариант изготовления емкости основан на автоматической сварке неплавящимся электродом в защитном газе по активирующему флюсу.

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					50				

В связи с тем, что изделие является ответственным узлом гидравлической системы, подвергающимся высоким нагрузкам, для подтверждения качества изделия на каждую сборочную единицу заводится технологический паспорт.

Общие технические требования

- 1 Изготовление и приемку обечаек производить партиями не более 10 шт.
- 2 На каждую партию обечаек изготавливать одну сварную пластину для образцов-свидетелей сварного соединения из того же материала и в тех же условиях, что и свариваемая деталь.
- 3 Материал цилиндров в партии и пластин для образцов-свидетелей сварного соединения должен быть одной партии листа (плавки).
- 5 К сварке емкости гидросистемы допускаются сварщики не ниже 4 разряда, имеющие допуск к сварке данной конструкции, прошедшие ежегодную аттестацию.
- 1 Сварку выполнять заточенным вольфрамовым электродом согласно эскизу на рисунке 1.15 по мере оплавления электрод отправлять на переточку.

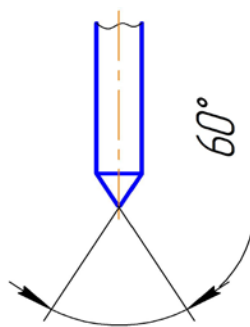


Рисунок 1.15 – Эскиз вольфрамового электрода

005 Комплектование

1 Обечайка 1 шт.

- пластина для образцов-свидетелей сварного соединения 500x130x4,8 2/10
- пластина для начала и окончания сварки 30x100x4,8 2шт на одно изделие
- пластина для проверки режимов сварки 60x300x4,8 4шт на одно изделие. Проверить наличия клейм ОТК за годность и соответствие партии листа (плавки)

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					51				

обечаек и пластин для образцов-свидетелей сварного соединения. Материал обечаек в партии и пластин для образцов-свидетелей сварного соединения должен быть одной партии (плавки).

Завести технологический паспорт.

010 Маркировка

1 Маркировать обечайку технологическим номером (номер партии, порядковый номер в партии) и пластину для образцов-свидетелей сварного соединения (технологическими номерами обечаек, которые она оправдывает) ударным способом на технологическом припуске согласно эскизу на рисунке 1.16.

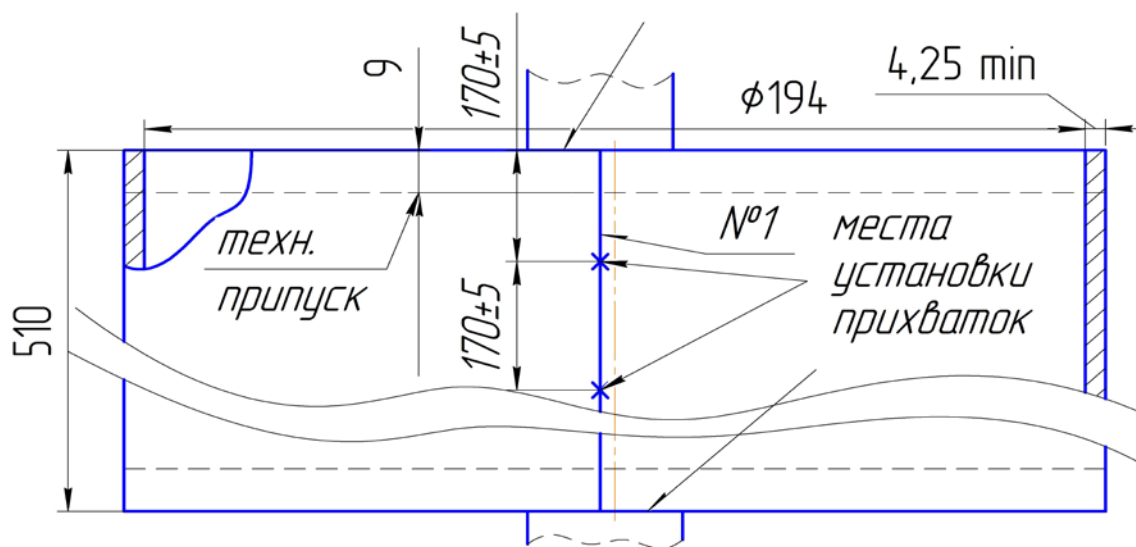


Рисунок 1.16 – Эскиз обечайки емкости гидросистемы

Инструмент: молоток 7850-0103 ГОСТ 2310-77, клейма 7858-0124 ГОСТ 25726-83.

015 Контрольная

1 Визуальный контроль обечаек.

На свариваемых кромках не допускаются трещины, надрывы, забоины, заусенцы.

2 Контроль толщины стенки обечайки.

Минимальная толщина стенки обечайки составляет 4,25 мм.

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

52

Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № подл.
Ли	Изм.	№ докум.
Подп.	Да-	

Инструмент: толщиномер ультразвуковой А1207, лупа 4-7 крат.

020 Слесарная

1 Свариваемые кромки обечайки разжать на ~15-20 мм в пределах упругой деформации.

2 Свариваемые кромки обечайки зачистить на ширине 15-20 мм с обеих сторон до получения ровной серебристой поверхности. После зачистки свариваемые торцы обработать шабером.

3 Обезжирить свариваемые кромки обечайки, присадочную проволоку, посадочные места приспособлений, подкладку с канавкой, для защиты от окисления обратной стороны шва, путем протирки х/б салфеткой белой смоченной ацетоном до отсутствия характерных пятен на салфетке.

4 Обработать свариваемые кромки обечайки, присадочную проволоку путем протирки х/б салфеткой белой смоченной спиртом до отсутствия характерных пятен на салфетке.

Подготовленную под сварку обечайку и присадочную проволоку предохранять от загрязнений в герметичной таре, полиэтиленовыми пленками и др. материалами. Продолжительность хранения не более 5 суток. По истечении 5 суток следует повторить операцию протирки.

Инструмент, материалы: ручная пневмошлифовальная. машина, щетка стальная, шабер, защитные очки, респиратор, х/б салфетка, ацетон ГОСТ 2768-84, спирт ректификат ГОСТ 18300-72.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										53

025 Сборка

Собрать обечайку и выводные планки - пластины 30x100x4,8 мм (2 шт.).

в приспособлении для прихватки и сварки продольного шва при этом состыковать свариваемые кромки обечайки согласно эскизу на рисунке 1.17.

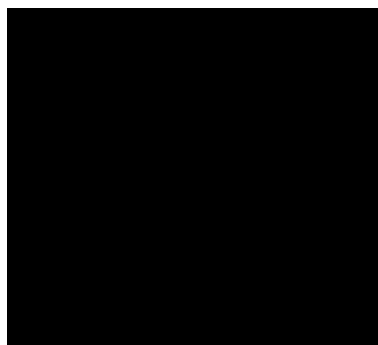


Рисунок 1.17 – Эскиз кромок обечайки подготовленных под прихватку

Прихватить обечайку с выводными планками согласно эскизу (рис. 5.2).

Режим сварки:

Прихватки выполнить длиной 15-20 мм.

проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87;

вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80;

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Сварочный ток 115 ± 5 А.

Расход газа 12-15 л/мин, 5-8 л/мин.

При необходимости править узел в процессе прихватки до обеспечения смещения свариваемых кромок не более 0,5 мм и зазора не более 0,4 мм.

Собрать образцы свидетели в сварочном приспособлении.

Инструмент, материалы, оборудование: молоток медный ВБ-500, щупы набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91, пост ручной аргонодуговой сварки; проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта.

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

54

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инструмент, материалы: пневмомашинa, стальная вращающаяся щетка, защитный кожух, защитные очки.

1 Визуальный контроль качества сборки.

Прихватки должны иметь серебристо-белый цвет.

2 Контроль смещения кромок и зазора в стыке под сварку согласно эскизу (рис. 5.3).

Инструмент: щупы набор №4 класс точности 2 ТУ2-034-0221197-011-91.

Приготовить флюс к применению и нанести раствор флюса АНТ-25А на ширину 8-12 мм от стыка ровным слоем. Требования к приготовлению и нанесению флюса смотри ниже:

1. Флюс должен храниться в герметичной упаковке.
2. Перед применением флюс прокалить при $T=180-200^{\circ}\text{C}$ в течение 1,5-2,0 часов в противне из нержавеющей стали в сушильном шкафу.

После прокалки флюс годен к применению в течение 24 часов при хранении в герметичной таре.

- 3 Перед изготовлением раствора порошок флюса разминается в фарфоровой или другой керамической ступке до устранения комковатой структуры.

- 4 Флюс разводится – 40,0 г. порошка на 100 мл спирта-ректификата ГОСТ 18300-87. После отстаивания высота осадка к общему уровню раствора должна составлять ~0,4 объема.

По мере использования флюса необходимо проводить контроль соотношения общего уровня раствора и осадка.

Недостаток растворителя восполнить его добавкой.

в горелку 4-6 л/мин,
в козырек 4-6 л/мин,
в подкладку 3-5 л/мин,
скорость сварки 12,0 м/час.

Оснастка, оборудование, материалы, инструмент: автомат ПКТБА- КСА 2,0х2,0; источник питания EWM Alpha Q 351 MM FDW вольфрам ЭВИ-2 диаметр 3,0-4,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта; флюс АНТ-25А ТУУ 05416923.003-95; приспособление для сварки продольного шва

050 Слесарная

Удалить флюс с цилиндра.

Инструмент, материалы: пневмомашинa, стальная вращающаяся щетка, защитные очки.

055 Слесарная

Приготовить флюс к применению и нанести раствор флюса АНТ-25А на ширину 8-12 мм от стыка ровным слоем. Требования к приготовлению и нанесению флюса смотри в операции:

060 Автоматизированная аргонодуговая сварка по активирующему флюсу АНТ-25А

1. Подготовить технологическую оснастку и автомат к работе.
 2. Отклонение расстояния от конца электрода до изделия по высоте 1-1,5 мм, от оси шва не более 0,5 мм.
 3. Расстояние от сопла горелки до поверхности детали 5-8 мм.
 4. Перед сваркой продуть горелку и защитные устройства в течение 2-3 мин.
 5. К сварке приступать после полного высыхания флюса (1-3 мин.).
- 4 Сварить первый проход согласно эскизу на рисунке 1.19.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП 44.03.04.107 ПЗ	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	57	

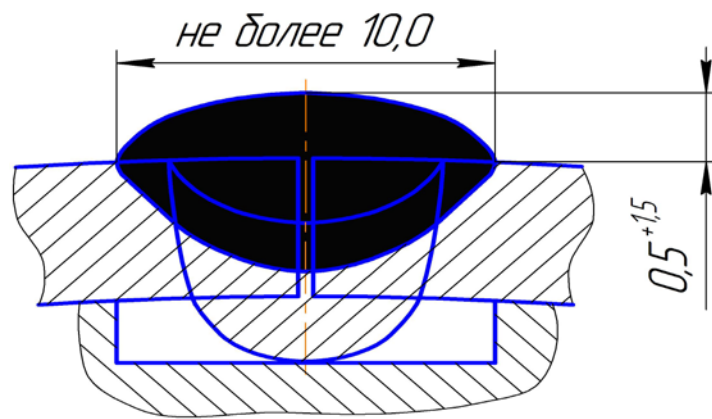


Рисунок 1.19 - Эскиз конструктивных элементов продольного сварного шва цилиндра после сварки второго прохода

Ток сварки 220 ± 5 А, напряжение дуги 10,0-12,0 В, СПТ-2 Ø 2,0 мм.

Удельный расход газа в горелку 4-6 л/мин; в козырек 4-6 л/мин; в подкладку 3-5 л/мин; скорость сварки 12,0 м/час; скорость подачи электродной проволоки 130-135 м/ч.

2 Поставить клеймо сварщика ударное на технологическом припуске согласно эскизу (рис. 5.2).

Оснастка, оборудование, материалы: автомат ПКТБА- КСА 2,0x2,0; источник питания EWM Alpha Q 351 MM FDW; проволока СПТ-2 диаметр 2,0 мм ГОСТ 27265-87; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 3,0-4,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта; приспособление для сварки продольного шва.

Режим сварки 1 прохода:

Сварку вести без присадочной проволоки.

Ток сварки 210 ± 5 А,
напряжение дуги 9,5-10,0 В.

Удельный расход аргона:
в горелку 4-6 л/мин,
в козырек 4-6 л/мин,
в подкладку 3-5 л/мин,
скорость сварки 12,0 м/час.

Оснастка, оборудование, материалы, инструмент: автомат ПКТБА- КСА 2,0x2,0; источник питания EWM Alpha Q 351 MM FDW; вольфрам ЭВИ-2 диа-

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Контроль сварного шва обечайки рентгеновским излучением по ГОСТ 7512-82 класс чувствительности 2.

Дефекты на технологических припусках не являются браковочным признаком.

085 Промывка

1 Промыть узлы в уайт-спирите до полного удаления технологических загрязнений путем тщательной протирки щеткой, смоченной в уайт-спирите с последующем ополаскиванием в проточной воде.

2 Продуть узлы сжатым воздухом до полного удаления влаги.

Инструмент: щетка щетинная.

Примечание.

Промывку производить непосредственно перед загрузкой узлов в печь, при этом не допускать попадания на узлы посторонних загрязнений.

090 Слесарная

На обечайку установить технологические кольца для формирования размера $\varnothing 194$ на расстояние 5-7 мм от торцов.

Оснастка, инструмент: молоток, кольца бандажные цеховые.

095 Отжиг

Отжиг, для снятия остаточных напряжений партии обечаек выполнять в печи с контролируемой атмосферой. Подготовку печи к работе и работу с печью вести согласно типовому технологическому процессу на отжиг.

$T=775\pm 25^{\circ}\text{C}$, выдержка 30-50 мин., охлаждение с печью.

Разрыв по времени между окончанием сварки и началом отжига не более 3 суток.

100 Пескоструйная очистка

105 Механическая обработка

Подрезка торцев обечайки с формированием разделки кромок.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										60

110 Маршрутная

1 Отправить заготовки образцов-свидетелей в ЦЗЛ на изготовление темплетов и испытаний трех образцов на растяжение (тип XIII) и двух образцов на изгиб (тип XXVII) по ГОСТ 6996-66.

В случае неудовлетворительных результатов испытаний механических свойств сварного соединения допускается повторное испытание на удвоенном количестве образцов, изготовленных из той же пластины.

Требования к механическим свойствам:

$$\sigma_{\text{вр}} \geq (85 \times 10^7) \text{ Па } ((85) \text{ кГс/мм}^2)$$

$$\alpha \geq 30^\circ$$

115 Комплектование

Скомплектовать на сборку тех. узел 1

Полусфера (деталь №2 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт.

Фланец (деталь №1 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт.

120 Контрольная

Проверить на деталях и на бирках к ним наличие клейм ОТК за годность.

Детали должны иметь чистую светлую поверхность.

125 Слесарная

Подготовку под прихватку выполнить согласно операции 020 (кроме п.1).

130 Сборка

Собрать тех. узел 1 из деталей 1 и 2 и на приспособлении согласно эскизу на рисунке. 1.20 и прихватить на 3 прихватки.

Режим сварки:

Присадочная проволока – Спт2 Ø1.2мм ГОСТ 27265-87.

Вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					61				

Сварочный ток 115 ± 5 А.

Расход газа 12-15 л/мин, 5-8 л/мин.

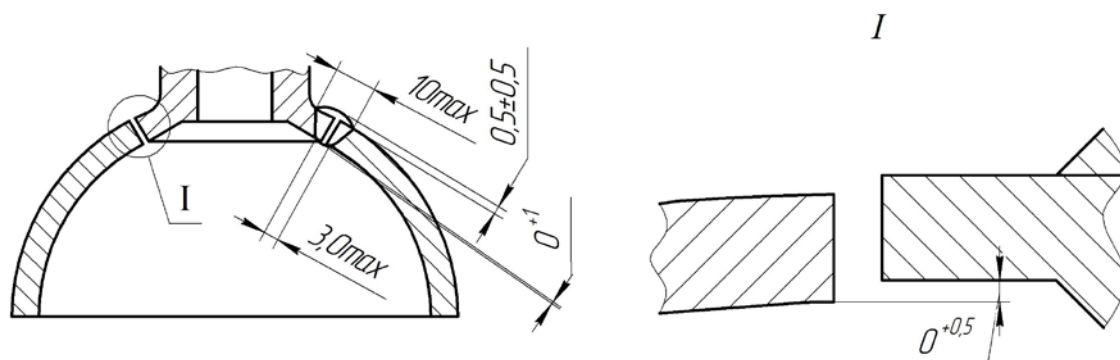


Рисунок 1.20 – Эскиз подготовленных кромок под прихватку узлы №1 и №2

Материалы, оборудование: пост ручной аргонодуговой сварки; проволока СПТ-2 диаметр 1,2 мм ГОСТ 27265-87; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта.

135 Слесарная

Выполнить согласно операции 030.

140 Контрольная

Выполнить согласно операции 035 согласно эскизу на рисунке. 7.6.

145 Подготовка камеры к работе

Подготовить камеру к работе согласно операции 040

150 Автоматизированная аргонодуговая сварка по активизирующему флюсу АНТ-25А

Сварить тех. узел1 согласно операции 045. Режимы сварки смотри в операции 045. Эскиз сварного соединения узлов №1 и №2 представлен на рисунке 7.6

155 Контрольная

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист 62
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

1 Визуальный контроль сварного шва.

Сварной шов должен быть серебристо-белого цвета.

Допускаются к исправлению: сварные швы с поверхностью соломенного, коричневого цвета, если суммарная длина окисленных участков не превышает 20% длины шва.

Инструмент: линейка ШП-2-630 ГОСТ 8026-75

160 Слесарная

Обработать тех. узел 1 согласно операции 055

165 Контрольная

Контроль геометрических размеров сварного шва согласно операции 060

170 Радиографический контроль

Контроль сварного шва обечайки рентгеновским излучением по ГОСТ 7512-82 класс чувствительности 2.

Дефекты на технологических припусках не являются браковочным признаком.

175 Промывка

1 Промыть узлы в уайт-спирите до полного удаления технологических загрязнений путем тщательной протирки щеткой, смоченной в уайт-спирите с последующем ополаскиванием в проточной воде.

2 Продуть узлы сжатым воздухом до полного удаления влаги.

Инструмент: щетка щетинная.

Примечание.

Промывку производить непосредственно перед загрузкой узлов в печь, при этом не допускать попадания на узлы посторонних загрязнений.

180 Слесарная

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					63				

На сборку надеть технологические кольца цеховые для формирования размера Ø194 на расстояние 5-7 мм от торцов полусфер.

Оснастка, инструмент: молоток, кольца бандажные цеховые.

185 Отжиг

Выполнить согласно операции 080.

190 Пескоструйная очистка

195 Механическая обработка

Подрезка торцевтех.узла с формированием разделки кромок.

200 Комплектование

Скомплектовать на сборку тех. узел 2

Корпус (деталь №5 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт.

Полусфера (деталь №4 на эскизе (рис.1.1)) 1 шт

205 Сборочно- сварочная

Собрать, сварить и проконтролировать тех. Узел 2 по аналогии с тех.узлом 1 (смотри операции 100-170)

210 Механическая обработка

Подрезка торцевтех.узла с формированием разделки кромок.

220 Комплектование

Скомплектовать на сборку емкости

Тех. Узел 1, состоящий из деталей поз.1,поз.2 на эскизе (смотри рисунок 1.1) 1 шт.

Тех. Узел 2, состоящий из деталей поз.4,поз.5 на эскизе (смотри рисунок 1.1) 1 шт.

Обечайка (деталь поз.3 на эскизе (рисунок1.1)) 1 шт.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	205 Сборочно- сварочная
					Собрать, сварить и проконтролировать тех. Узел 2 по аналогии с тех.узлом 1 (смотри операции 100-170)
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	210 Механическая обработка
					Подрезка торцевтех.узла с формированием разделки кромок.
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	220 Комплектование
					Скомплектовать на сборку емкости
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Тех. Узел 1, состоящий из деталей поз.1,поз.2 на эскизе (смотри рисунок 1.1) 1 шт.
					Тех. Узел 2, состоящий из деталей поз.4,поз.5 на эскизе (смотри рисунок 1.1) 1 шт.
Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Обечайка (деталь поз.3 на эскизе (рисунок1.1)) 1 шт.

					ДП 44.03.04.107 ПЗ	Лист
						64
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		

Кронштейн (деталь поз.6 на эскизе (рисунок1.1))

2 шт.

Ребро (деталь №7 на эскизе (рисунок1.1))

4 шт.

225 Сборочная

Собрать емкость на приспособлении и на прихватках согласно чертежу и , операциям 015-035 Эскиз сборки емкости смотри на рисунке 1.21

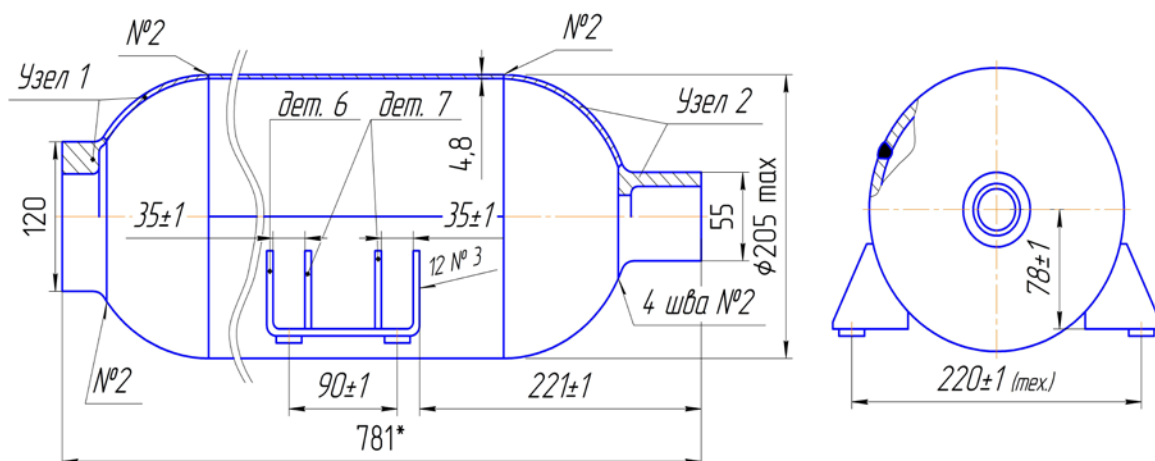


Рисунок 1.21 – Эскиз сборки емкости

230 Ручная дуговая сварка в инертном газе

Приварить кронштейны к емкости согласно чертежу.

Режим сварки:

Присадочная проволока – Спг2 Ø1.2ммГОСТ 27265-87.

Вольфрамовый электрод ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80

аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта

Сварочный ток 115±5 А.

Расход газа 12-15 л/мин, 5-8 л/мин.

Оснастка, оборудование, материалы, инструмент: источник питания EWM Alpha Q 351 MM FDW горелка АГНИ-17М; вольфрам ЭВИ-2 диаметр 2,0-3,0 мм ГОСТ 23949-80; аргон ГОСТ 10157-79 высшего сорта; флюс АНТ-25А ТУУ 05416923.003-95; приспособление для сварки продольного шва.

235 Слесарная

Зачистить сварные швы согласно требованиям чертежа.

Инструмент: пневматическая шлифмашина, стальная вращающаяся щетка, защитный кожух, защитные очки, борфреза 1203-538 ВК9, круг лепестковый КЛО 80x20x615А 12-ПА2С2ГА- ГОСТ 22775-77

240 Промывка

Промыть сборку согласно операции 155

Примечание.

Промывку производить непосредственно перед загрузкой узлов в печь, при этом не допускать попадания на узлы посторонних загрязнений.

245 Слесарная

На сборку надеть технологические кольца цеховые для формирования размера Ø194 на расстояние 5-7 мм от торцов полусфер.

Оснастка, инструмент: молоток, кольца бандажные цеховые.

250 Отжиг

Выполнить согласно операции 080.

255 Пескоструйная очистка

260 Контрольная

1 Проверить качество пескоструйной обработки.

На емкостях не должно быть пятен и разводов.

2 Проверить соответствие сборок технической документации и чертежу.

3 Проверить наличие отметок в технологических паспортах за все предыдущие операции и правильность их заполнения.

265 Механическая обработка

Чистовая механическая обработка.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					66				

270 Испытание на прочность.

Гидравлические испытание емкости на прочность

Давление $P=290 \text{ кгс/см}^2$ (29 МПа)

Выдержка 5 минут.

275 Испытание на герметичность

Испытание на герметичность пузырьковым методом компрессионным способом внутренним давлением воздуха $240^{+10} \text{ кгс/см}^2$ (24 МПа)

Негерметичность не допускается.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										67

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

В ходе решения задачи по снижению процента дефектной продукции, требующей дополнительных операций, была предложена технология с использованием в качестве способа сварки автоматизированную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом с защитой корня шва аргоном с механи-

$$t_{осн} = \frac{2.1 \times 2}{4} = 1.05 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{2.1 \times 2}{12} = 0.35 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = \frac{1.05 \cdot 10}{100} = 0.105 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0.035 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_{в}$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{з}$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_{в} = t_{з} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_{з} = 5 \text{ мин} = 0.083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0.6 + 1.2 \cdot (n_c - 1)) \quad (2.4)$$

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

где n_c – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 2.1$ м

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (2.4) для обоих вариантов.

$$t_{кр} = 2.1 \cdot (0,6 + 1,2) = 3,78 \text{ мин.} = 0,063 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в два прохода. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле 2.5

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) = 3,78 \text{ мин.} = 0,063 \text{ ч.} \quad (2.5)$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,21$ мин.

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,05 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_v для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_v = 0,083 + 0,063 + 0,063 + 0,21 + 0,05 = 0,469 \text{ ч.}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

71

$$t_{\text{обс}} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{\text{осн}} \quad (2.6)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{\text{обс}}$) по формуле (2.6) для обоих вариантов

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 1,05 = 0,0735 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 0,35 = 0,0245 \text{ ч.}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot t_{\text{осн}} \quad (2.7)$$

Рассчитываем $t_{\text{п}}$ по формуле (2.7) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 1,05 = 0,0735 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{п}} = 0,07 \cdot 0,35 = 0,0245 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{\text{шт-к}}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (42)

$$T_{\text{шт-к}} = 1,05 + 0,105 + 0,469 + 0,0735 + 0,0735 = 1,77 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,35 + 0,035 + 0,469 + 0,0245 + 0,0245 = 0,984 \text{ ч.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,77 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,984 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (1), где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 1000$ шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 1,77 \cdot 300 = 531 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 0,984 \cdot 300 = 295,2 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата									
					ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист			
					Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	72			

2.2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле (2.8):

$$C_p = \frac{531}{1914 \cdot 1,2} = 0,24; \text{примем } C_{\Pi} = 1 \text{ шт. (базовый вариант)}$$

$$C_p = \frac{295}{1914 \cdot 1,2} = 0,12; \text{примем } C_{\Pi} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант)}$$

Принятое количество оборудования C_{Π} определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используется одна установка для сварки. По новой измененной технологии достаточно одной существующей установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле (3):

$$K_3 = \frac{0,24}{1} = 0,24 (\text{базовый вариант})$$

$$K_3 = \frac{0,12}{1} = 0,12 (\text{проектируемый вариант})$$

Однако, следует учесть, что введённое вновь оборудование используется на других работах этого предприятия.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата		
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ	
						Лист
						73

2.2.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	300	300
Камера для сварки с контролируемой атмосферой (кап.ремонт)	руб/шт	585300	
источник питания EWM Alpha Q 351 MM FDW	руб./шт.		666305
Поворотная колонна ПКТБА- КСА 2,0х2,0	руб./шт.		753000
манипулятор ПКТБА- ВСУ-3	руб./шт.		450000
Головка сварочная ПКТБА-СГПГн	руб./шт.		235000
Титановый сплав BT5-1	руб./т	980000	980000
Спт2 Ø1.2мм ГОСТ 27265-87	руб./кг	1350	1350
защитный газ Ar, Ц _{з.г}	руб./л	0,08	0,08
Расход защитного газа	л/мин.	10	10
Тариф на электроэнергию, Ц _{эл}	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	2.1	2.1
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		Стационарные	Стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	4	5
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб.	48	56
Масса конструкции	кг	8	8

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (2.10):

$$K_{обj} = C_{обj} \cdot (1 + K_{тз}), \quad (2.10)$$

где $C_{обj}$ – цена приобретения единицы j-ого оборудования, руб.;

$K_{тз}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{тз} = 0,12$).

Базовый вариант:

$$K_{обj} = 985300 \cdot (1 + 0,12) = 1103536 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{обj} = (666305 + 753000 + 450000 + 235000) \cdot (1 + 0,12) = 2356821 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле (2.11) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{об} = \sum K_{обj} \cdot C_{Пj} \cdot K_{зj}, \quad (2.11)$$

где $K_{обj}$ – балансовая стоимость j-ого оборудования, руб.;

$C_{Пj}$ – принятое количество j-ого оборудования, шт.;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j-ого оборудования, $K_{зj} = 1$.

$$K_{об} = 985300 \cdot 1 \cdot 0,24 = 235472 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об}(666305 + 753000 + 450000 + 235000) \cdot 1 \cdot 0,12 = 252.516 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 2.3

Таблица 2.3 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	985300	2104304
Количество единиц оборудования, шт.	1	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	1103536	2356821
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	1103536	2356821

2.3 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.3.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (2.12).

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (МЗ, руб.) рассчитываются по формуле (2.13).

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (2.14).

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр}, \quad (2.14)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сплав ВТ5-1.

$$C_{к.м} = m_k \times \Pi_{к.м},$$

где m_k – масса конструкции, т;

$\Pi_{к.м}$ – цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 0,008 \cdot 980000 = 7840 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 7840 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					76				

Расчет затрат на сварочную проволоку СПТ-2 проводим по формуле (2.15).

$$C_{\text{св.пр}} = M_{\text{нм}} \cdot \psi \cdot \Pi_{\text{с.п.}} \cdot K_{\text{тр}}, \quad (2.15)$$

где $M_{\text{нм}}$ – масса наплавленного металла, кг;

ψ - коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде Ar = 1,0-1,05);

$\Pi_{\text{с.п.}}$ - оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Масса наплавленного металла $M_{\text{нм}}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{нм}} = V_{\text{нм}} \cdot \rho_{\text{нм}}, \quad (2.16)$$

где $V_{\text{нм}}$ - объем наплавленного металла, см^3 ;

$\rho_{\text{нм}}$ - плотность наплавленного металла, г/см^3 ($\rho_{\text{стали}} = 7,8 \text{ г/см}^3$).

Объем наплавленного металла $V_{\text{нм}}$ рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{нм}} = L_{\text{шв}} \cdot F_o, \quad (2.17)$$

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см^2 ;

$L_{\text{шв}}$ - длина сварного шва, см.

Исходные данные для расчетов:

$$L_{\text{шв}} = 2 \text{ м} = 200 \text{ см}$$

$$F_{\text{нм}} = 40 \text{ мм}^2 = 0,40 \text{ см}^2.$$

$$V_{\text{нм}} = 200 \cdot 0,40 = 80 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{нм}} = 80 \cdot 4,45 = 356 \text{ г} = 0.356 \text{ кг}$$

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					77				

Производим расчеты $C_{\text{св.пр}}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (2.15):

$$C_{\text{св.пр}} = 0.35 \cdot 1,05 \cdot 1350 \cdot 1,08 = 535,8 \text{руб}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (2.18)

$$C_{\text{др}} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot k_p \cdot \Pi_{\text{зг(фл)}} \cdot K_T, \quad (2.18)$$

где $t_{\text{осн}}$ – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{\text{зг}}$ – расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

k_p – коэффициент расхода флюса, газа; $k_p = 1,1$;

$\Pi_{\text{зг(фл)}}$ – цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Исходные данные:

$$t_{\text{осн}} = 1.86 \text{ ч.} = 111.6 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$t_{\text{осн}} = 0.993 \text{ ч.} = 60 \text{ мин. (проектируемый вариант);}$$

Расход защитного газа $q_{\text{зг}} = 15$ л/мин.

Объем камеры с контролируемой атмосферой 6.3 м^3 за время сварки наполняется 6 раз.

$$C_{\text{зг}} = 6 \cdot 6300 \cdot 0.1 = 3600 \text{ руб. (базовый вариант – камера с контролируемой атмосферой)}$$

$$C_{\text{зг}} = 68 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,1 \cdot 1,05 = 196 \text{ руб. (проектируемый вариант – автоматическая сварка).}$$

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					78				

$$C_{O.M} = [C_{K.M} + C_{CB.ПР.} + (C_{ЗГ} + C_{CB.ФЛ.})] = 3600 \cdot (\text{базовый вариант})$$

$$C_{O.M} = [C_{K.M} + C_{CB.ПР.} + (C_{ЗГ} + C_{CB.ФЛ.})] = 196 \cdot (\text{проектируемый вариант})$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{ЭН}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле (2.19)

$$З_э = \alpha_э \cdot W \cdot Ц_э, \quad (2.19)$$

где $\alpha_э$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$Ц_э$ – цена за 1кВт/ч; $Ц_э = 3,16$ кВт/ч.

Для укрупнённых расчётов величину $\alpha_э$ можно принимать равной:

- при автоматической сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 5...8;

$$З_э = 7 \cdot 19,656 \cdot 3,16 = 434,90 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_э = 7 \cdot 19,656 \cdot 3,16 = 434,56 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Материальные расходы ($MЗ$) на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (2.19):

По базовому варианту:

$$MЗ = 535 + 3600 + 434 = 4569 \text{ руб.}$$

По проектируемому варианту:

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					79				

$$M3 = 535 + 169 + 434 = 1138 \text{ руб.}$$

Расчет численности производственных рабочих

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих ЧОР определяется для каждой операции по формуле (2.20):

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{др} \cdot K_B}, \quad (2.20)$$

где $T_{\text{произв. пр.}}$ - трудоемкость производственной программы, час.;

$\Phi_{др}$ - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{др} = 1870$ час.);

K_B - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{ор} = \frac{558}{1870 \cdot 1,1} = 0,2 \text{ примем ЧОР} = 1 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{298}{1870 \cdot 1,1} = 0,144 \text{ примем Чор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает один сварщик, по новой измененной технологии работает один сварщик, уже занятый на сварке изделий из коррозионностойких сталей. При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих Чор.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					80				

$$P_{co} = \frac{48 \cdot 111.6}{60} = 89.28 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{co} = \frac{56 \cdot 60}{60} = 56 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (2.23)

$$D_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60}, \quad (2.23)$$

где $D_{вр}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{ст}$ – тарифная месячная ставка, руб. $T_{ст} = 56$ руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{вр} = T_{шт-к} (0,1 \dots 0,31)$, мин.; коэффициент в пределах $(0,10 \dots 0,31)$.

$$D_{вр} = \frac{48 \cdot 111.6 \cdot 0,1}{100 \cdot 60} = 0.089 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$D_{вр} = \frac{56 \cdot 60 \cdot 0,25}{100 \cdot 60} = 0,14 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$$З_{пр} = 89 \cdot 1,5 \cdot 1,2 + 0,09 = 160.1 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 56 \cdot 1,5 \cdot 1,2 + 0,14 = 100,1 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (2.24):

$$ЗП_{д} = K_{д} \cdot ЗП_{О} \cdot K_{сс}, \quad (2.24)$$

где $ЗП_{д}$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_{О}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{д}$ – коэффициент дополнительной заработной платы. $K_{д} = 1,13$;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № инв.	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ	

K_{cc} – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.
 $K_{cc} = 1,3$.

$$ЗП_{д} = 1,13 \cdot 160,1 \cdot 1,3 = 235 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_{д} = 1,13 \cdot 100,1 \cdot 1,3 = 147 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (15), составляют:

$$З_{пр} = 235 + 160 = 395 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 147 + 100 = 247 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N = 300$ шт.) в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $Co.m$, руб.	1210200	180900
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эп}$, руб.	130470	130470
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{пр}$, руб.	118500	74100
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	1459170	385470

2.3.2 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					83				

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Лист
84

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1914$ час.;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час.;

K_O – коэффициент загрузки оборудования, $K_O = 0,9$;

n_o – количество оборудования, шт.;

K_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

$$C_A = \frac{1103536 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 1,83}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 141 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{2356821 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 0,994}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} \cdot 1 = 163,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (2.28)

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}, \quad (2.28)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{1103536 \cdot 3}{100} = 33106 \text{ руб./на производственную программу или 110 руб.}$$

в расчете на одно металлоизделие (33106 руб./300 шт.), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{2356821 \cdot 3}{100} = 70704 \text{ руб./на производственную программу или 235,68}$$

руб./на металлоконструкцию (70704 руб./300 шт.), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (2.29):

Инв. № подл	Подп. и дата				
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	<div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ДП 44.03.04.107 ПЗ</div>
					<div style="text-align: right;">Лист</div> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">85</div>

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (2.29)$$

где $3\Pi_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{\text{пр}}$ – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $P_{\text{пр}} = 10$.

$$P_{\text{пр1}}^* = \frac{160 \cdot 10}{100} = 16 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр2}}^* = \frac{100 \cdot 10}{100} = 10 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (2.30):

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^*, \quad (2.30)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p – на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$$P_{\text{пр}} = 141 + 110 + 16 = 257 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 163 + 235 + 10 = 408 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{хоз}}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (2.31).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					86				

$P_{\text{хоз}}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 160}{100} = 40 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 100}{100} = 25 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии $C_{\text{пр}}$ рассчитывается по формуле (2.25):

$$C_{\text{пр}} = 1459170 + 257 \cdot 300 + 40 \cdot 300 = 1560270 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 385470 + 408 \cdot 300 + 25 \cdot 300 = 515370 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + P_{\text{к}}, \quad (2.32)$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{к}}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (9,33):

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 1560270}{100} = 1560 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{к}} = \frac{0,1 \cdot 515370}{100} = 515 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{п}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{пр}}$) и коммерческие расходы ($P_{\text{к}}$) и рассчитывается по формуле (2.32):

$$C_{\text{п}} = 156027 + 1560 = 1561830 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{п}} = 515370 + 515 = 515885 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.5.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					87				

Таблица 2.5 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	300	300	
1. Материальные затраты, МЗ:	1370700	341400	1029300
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, З _{пр}	118500	74100	-62600
3. Технологическая себестоимость Ст, руб.	1459170	385470	-1073700
4. Общепроизводственные расходы, Р _{пр}	82500	122400	39900
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз}	12000	7500	-4500
6. Производственная себестоимость, С _{пр}	1560270	515370	-1044900
7. Коммерческие расходы, Р _к ,	1560	515	-1045
8. Полная себестоимость, С _п	1561830	515885	-1045945

2.4 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту А, так как имеет место проектирование конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых для нужд собственного производства, расчеты экономической эффективности сводятся к определению по базовому и проектируемому вариантам следующих показателей:

годовая экономия по технологической себестоимости, ΔC_T , в том числе по прямым статьям затрат, обеспечившим экономию ресурсов, в совокупности составившей не менее 50% от общей величины экономии по технологической себестоимости;

годовой экономический эффект, \mathcal{E}_T ;

срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, $T_{ок}$.

Расчет годового экономического эффекта, \mathcal{E}_T производим по формуле:

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

88

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

$$\mathcal{E}_r = (C_{T2} - C_{T1}) + K_n * K_{доп}, \quad (2.34)$$

где K_n - нормативный к-т эффективности, 0,17 - 0,2;

$K_{доп}$ - дополнительные капитальные вложения в проектируемый вариант.

$$\mathcal{E}_e = (385470 - 1459170) + 0.17 \times 2356821 = -673040$$

Расчет срока окупаемости дополнительных капитальных вложений, T_o , производим по формуле:

$$T_o = \frac{K_{доп}}{C_{T2} - C_{T1}}, \quad (2.35)$$

где $K_{доп}$ - дополнительные капитальные вложения в проектируемый вариант;

C_{T2} -технологическая себестоимость годового выпуска продукции по проектируемому варианту;

C_{T1} -технологическая себестоимость годового выпуска продукции по базовому варианту.

$$T_o = \frac{2356821}{1459170 - 385470} = 2.19$$

Инв. № подл	Подп. и дата				Лист
	Взам. инв. №				
	Инв. № дубл.				
	Подп. и дата				
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ
					89

Таблица 2.6 – Технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1.	Годовой выпуск продукции, N	шт.	300	300	
2.	Капитальные вложения, K	руб.	1103536	2356821	1253285
3.	Технологическая себестоимость металлоизделия, C _т	руб.	1459170	385470	1073700
4.	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, C _п	руб.	1561830	515885	913938
5.	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	0
6.	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (T _{ок})	лет	2,19		

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										90

Вывод: предлагаемая технология сварки емкости гидросистемы позволяет значительно снизить процент продукции, подлежащей повторным операциям исправления дефектов. Это, в свою очередь, позволяет сократить расходы на сварочные материалы и заработную плату рабочих, а также повысить культуру производства.

Значительную экономию от внедрения проектируемой технологии дает замена способа сварки, при котором используется камера с контролируемой атмосферой, что ощутимо снижает объем используемого защитного газа-аргона.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<div style="text-align: right; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ДП 44.03.04.107 ПЗ</div>					Лист
										91
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

- | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата |
| | | | | |

- разработать фрагмент конспекта занятия;
- разработать средства обучения для выбранного занятия.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. № 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда) и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Электросварщик 4-го разряда

Характеристика работ. Ручная дуговая и плазменная сварка средней сложности деталей аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов и сложных деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых сталей во всех пространственных положениях сварного шва. Ручная кислородная резка (строгание) сложных деталей из высокоуглеродистых, специальных сталей, чугуна и цветных металлов, сварка конструкций из чугуна. Наплавление нагретых баллонов и труб, дефектов

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Инв. № подл.	Подп. и дата	Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ		93

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Инв. № г					
	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист
94

Должен знать: электрические схемы и конструкции различных типов сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; механические и технологические свойства свариваемых металлов, включая высоколегированные стали; механические свойства наплавленного металла; технологическую последовательность наложения швов и режим сварки; виды дефектов в

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Таблица 3.1 – Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

					ДП 44.03.04.107 ПЗ	Лист
						95
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-		

1.3	Электротехника	4
1.4.	Специальная технология:	32
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ	96
2.1	Ознакомление с устройством автоматов, газовой аппаратурой, режимами и приемами сварки и наплавки, инструктаж по организации рабочего места и техника безопасности.	6
2.2	Подготовка автоматов к работе, присоединение редукторов, осушителей и подогревателей газа.	6
2.3	Упражнения в применении автоматов без включения сварочного тока и защитного газа. Регулирование подачи сварной проволоки.	6
2.4	Сварка прямолинейных швов автоматами, наплавка валиков в нижнем положении.	6

1	2	3
2.5	Многослойная наплавка	4
2.6	Сварка прямолинейных и кольцевых стыков с поворотом свариваемых деталей	4
2.7	Сварка прямолинейных и кольцевых угловых швов	4
2.8	Сварка прямолинейных и кольцевых швов с самостоятельными подборками и установкой режима	6
2.9	Комплексные работы	42
	КОНСУЛЬТАЦИИ	6
	КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЭКЗАМЕНЫ	8
	Итого:	160

3.5 Тематический план предмета «Специальная технология» подготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

Таблица 3.2 – Тематический план подготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»

Номер раздела	Наименование разделов тем	Кол. часов всего
1	Сварочные материалы	4
2	Источник питания	4
3	Черчение (чтение чертежей, схем)	2
4	Оборудование для дуговой механизированной сварки в защитных газах	12
4.1	Общие сведения и квалификация сварочных автоматов	2
4.2	Устройство и основные узлы автомата	2
4.3	Электрические схемы автомата	2
4.4	Конструкция сварочного автомата	2
4.5	Техническое обслуживание автомата	2
5	Технология автоматической и механизированной сварки в защитных газах	6
5.1	Особенности автоматической и механизированной сварки в защитных газах	2

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Лист

96

5.2	Особенности сварки титановых сплавов	4
5.3	Выполнение сварки во всех пространственных положениях сварного шва	2
5.4	Режимы автоматической сварки в защитных газах	2
6	Контроль качества сварных швов	4
7	Охрана труда	4
	Итого:	32

3.6 План занятия по предмету «Специальная технология»

Тема программы: Устройство и основные узлы автомата

Тема урока: Устройство и принцип работы подвесной сварочной головки ЛКТБА-СППН

Цели занятия:

- Обучающая: Формирование знаний о устройстве и принципе работы подвесной сварочной головки ПКТБА-СГПГн.
- Развивающая: развивать познавательную деятельность, самостоятельность в выборе способов действий.
- Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета.

Тип урока: урок усвоения новых знаний.

Методическое оснащение урока:

1. Материально-техническая база:
– кабинет технологии; горелка сварочная.
2. Дидактическое обеспечение:

Плакат «Головка сварочная ПКТБА-СГПГн»; «Сварка плавлением титана, циркония, молибдена, тантала и никеля» М.Х. Шоршоров, Г.В. Назаров, «Сварка титана и его сплавов» М.Х. Шоршоров, Г.В. Назаров.

Методы обучения: объяснительно-иллюстративные методы.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	<ul style="list-style-type: none"> Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета.
					<p>Тип урока: урок усвоения новых знаний.</p> <p>Методическое оснащение урока:</p> <p>1. Материально-техническая база:</p> <p>– кабинет технологии; горелка сварочная.</p> <p>2. Дидактическое обеспечение:</p> <p>Плакат «Головка сварочная ПКТБА-СППГн»; «Сварка плавлением титана, циркония, молибдена, тантала и никеля» М.Х. Шоршоров, Г.В. Назаров, «Сварка титана и его сплавов» М.Х. Шоршоров, Г.В. Назаров.</p> <p>Методы обучения: объяснительно-иллюстративные методы.</p>
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	<p style="text-align: center;">ДП 44.03.04.107 ПЗ</p>
					<p style="text-align: right;">Лист 97</p>

3.6.2 План-конспект занятия: Устройство и принцип работы подвесной сварочной головки ПКТБА-СГПГн

Таблица 3.3 – План – конспект урока

Этапы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
<p>Организационная часть 5 мин</p> <p>Сообщение темы и цели занятия 5 мин</p>	<p>Здравствуйте!</p> <p>Тема раздела сегодняшнего занятия «Автоматическая установка для сварки в защитном газе». Тема занятия: «Устройство и принцип работы подвесной сварочной головки ПКТБА-СГПГн».</p> <p>Но прежде чем приступим изучать новый материал, давайте сделаем переключку и отметим отсутствующих.</p> <p>Цель сегодняшнего занятия: обеспечить усвоение обучающимся знаний отитановых сплавах, закрепить и обобщить знания по теме, сформировать умения и систематизировать полученные знания.</p> <p>Достижение данной цели поможет вам в производственной практике, когда вы самостоятельно будете выполнять производственные задания.</p>	<p>Приветствую обучающихся, проверяю отсутствующих, смотрю готовность к уроку. Объясняю, для чего мы изучаем данную тему. Сообщаю тему занятия и обучающую цель. Прошу тему занятия записать в тетради.</p>
Актуализация опорных знаний 10 мин	<p>Для того, чтобы перейти к изучению новой темы нам необходимо проверить как вы усвоили предыдущий материал и поэтому я прошу Вас ответить на следующие вопросы:</p> <p>1) Для чего предназначен источник EWM Alpha Q 351 MM FDW?</p> <p>Ответ: предназначен для однопостовой ручной, механизированной и автоматической сварки в среде защитного газа.</p> <p>2) К каким видам относятся выпрямители ВСВУ, ВДУ?</p> <p>Ответ: относятся к тиристорным выпрямителям</p>	<p>Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих вызываю по списку журнала.</p> <p>Все слушают ответы, анализируют и дополняют.</p>
Изложение нового материала 35 мин	<p>Сегодня мы будем изучать новый материал, который вам пригодится в производственной практике.</p> <p>Автоматизации хорошо поддаются все основные виды дуговой сварки. По степени механизации процесса различают автоматы и полуавтоматы; в последних сохраняется еще значительная доля ручного труда.</p> <p>Для осуществления автоматической сварки требуется целый комплекс машин, механизмов и приспособлений, составляющих автоматическую установку для дуговой сварки. Устройство, производящее зажигание дуги, подачу проволоки по мере её плавления и обеспечивающее устойчивое горение дуги, называется автоматической головкой для дуговой сварки, или дуговым автоматом.</p>	<p>Излагаю новый материал словесным методом с демонстрацией наглядных пособий. Прошу основные моменты записать в тетради.</p> <p>Даю характеристику каждому элементу головки. Показ плаката.</p> <p>Диктую под запись, хожу по аудитории, контролируя учащихся по успеваемости.</p>

Ине. № подп	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

Ине. № подл	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. ине. №	Подп. и дата

	<p>Важное промышленное значение имеют автоматы для сварки тугоплавким металлическим электродом. Вместо отдельных коротких прутков присадочной проволоки, применяемых в процессе ручной сварки, при автоматической сварке используется присадочная проволока большой длины, в мотках или бухтах, сматываемая механизмом автомата и подаваемая в зону дуги по мере ее плавления.</p> <p>Сварочная головка ПКТБА-СГПГн состоит из следующих основных узлов: горелка с системой охлаждения и закреплённым в горелке вольфрамовым электродом, мундштук, устройства для установочных перемещений головки и устройство автоматического регулирования длины дуги. Механизм подачи проволоки в нашем случае находится в составе источника тока.</p> <div data-bbox="762 723 911 1128" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок - Сварочная головка ПКТБА-СГПГн</p> <p>В головке ПКТБА-СГПГн используется специальная сварочная горелка, в которой помимо корпуса, его заглушки, разъемов для подвода сварочного тока, вольфрамового электрода, и цангового зажима имеется устройство для подачи защитного газа в зону сварки (газовая линза) и система принудительного жидкостного охлаждения горелки от перегрева.</p> <p>На сварочной горелке установлен регулируемый мундштук со сменными наконечниками, что обеспечивает минимальное блуждание торца присадочной проволоки относительно сварочной ванны. Регулировка осуществляется установочными винтами. Диаметры мундштуков подбирают в зависимости от диаметра проволоки.</p> <p>Конструкция подвески сварочной головки обеспечивает возможность ее установочных перемещений: вертикальное и поперечное - для установки торца электрода по центру стыка в начале и корректировки его в процессе сварки, по наклону горелки в двух плоскостях для сварки в различ-</p>	<p>Параллельно общаюсь с учащимися, для того, чтобы излагаемый программный материал был доступен.</p> <p>Рассказ нового пункта рассказываю, диктую под запись.</p> <p>Вывешиваю плакат «Сварочная головка ПКТБА-СГПГн» Объяснения веду по плакату</p> <p>Рассказываю. Диктую под запись, хожу по аудитории, контролирую учащихся по успеваемости</p> <p>посредством жестикуляции рассказываю и показываю на плакате</p> <p>общаюсь с учащимися, задаю вопросы (каким образом происходит замена электрода в горелке?), или отвечаю на задаваемые вопросы.</p>
--	---	--

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

	<p>ных пространственных положениях, или углу наклона горелки относительно свариваемого стыка. Цанговый узел горелки предназначен для установления необходимого вылета электрода</p> <p>Мундштук регулируется по развороту относительно оси горелки, по высоте и по наклону.</p> <p>Настроенная головка перемещается вдоль свариваемого стыка при помощи механизмов сварочной колонны.</p> <p>В процессе сварки возможно ручное и автоматическое регулирование длины дуги посредством винтового механизма регулировки с обратной связью на основе магнитной линейки, приводимого шаговым двигателем управляемым через цифровой интерфейс, связывающего источник тока, колонну, манипулятор и головку</p> <p>Головка позволяет сваривать детали толщиной от 1,0 мм. как с применением присадочной проволоки, так и без нее. Механизма регулировки длины дуги полностью программируется в составе сварочной колонны и источников питания EWM . Головка дополнительно может комплектоваться механизмом колебания горелки.</p> <p>Технические характеристики головки ПКТБА-СГПГн</p> <p>Вертикальное перемещение сварочной головки, 300мм.</p> <p>Поперечное перемещение сварочной горелки (ручное), ±50мм</p> <p>Амплитуда колебания сварочной горелки, 0-50мм (при установке механизма колебания)</p> <p>Вертикальное перемещение механизма регулировки длины дуги, 100мм</p> <p>Диаметр не плавящегося электрода, 1,0-6,4 мм</p> <p>Диаметр присадочной проволоки, 0,8 - 1,6 мм</p> <p>Скорость подачи присадочной проволоки, м/мин</p> <p>Диапазон регулировки сварочного тока, А</p> <p>Техническое обслуживание горелки, периодичность и основные приемы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Осмотр головки, очистка от внешних загрязнений- ежедневно 2. Проверка и регулировка приводов настройки и регулирования – раз в 2 месяца 3. Очистка горелки с полной разборкой – раз в 2 месяца или через 100 часов, или при неудовлетворительном качестве швов. 4. проверка герметичности системы охлаждения – раз в 2 мес. 	<p><i>Рассказ нового пункта</i></p> <p>С этого момента обращаю внимание учащихся что это нужно записать. Показываю в инструкции характеристики оборудования</p> <p>Рассматриваю технические характеристики головки</p> <p><i>Рассказ нового пункта</i></p> <p>С этого момента обращаю внимание учащихся что это нужно записать. Показываю на плакате и на самой головке обслуживаемые узлы, в инструкции-периодичность и приемы обслуживания</p>
--	---	--

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

	5. смазка приводов регулирования и установки – 1 раз в 6 мес. 6. Проверка и регулировка зажимов установочных устройств – 1 раз в год. 7. Смена расходных материалов – по мере необходимости. Демонстрация приемов и способов замены расходных частей.	
Первичное закрепление материала 10 мин	Предлагаю ответить на вопросы, чтобы выяснить, на сколько усвоили новый материал. 1) Расскажите о назначении головки 2) Назовите основные узлы головки и её конструктивные особенности. 3) Назовите основные характеристики головки.	Провожу фронтальный опрос обучающихся, выясняю кто усвоил пройденный материал, а с кем необходимо позаниматься дополнительно. Выставляю оценки за ответы в журнал.
Задание на дом	Запишите домашнее задание: «Обслуживание сварочной головки», «Типовые неисправности и способы их устранения» (руководство по эксплуатации головки)	Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего задания

Постоянно меняющиеся условия российского рынка труда, технические усовершенствования, растущая конкуренция заставляют вновь и вновь доказывать свою профессиональную пригодность. Именно поэтому все большую популярность приобретает дополнительное профессиональное образование, позволяющее специалистам повысить квалификацию или пройти профессиональную подготовку и получить квалификацию, дающую право работать в новой сфере деятельности.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику «Электросварщика» и «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки персонала на автоматических машинах;
- составили тематический план предмета «Специальная технология»;
- разработали фрагмент конспекта занятия;

Инв. № подл.															
	Подп. и дата														
	Взам. инв. №														
	Инв. № дубл.														
Инв. № подл.															
	Подп. и дата														
	Взам. инв. №														
	Инв. № дубл.														
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Ли</td> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Да-</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <div style="text-align: center; flex-grow: 1;"> <h2 style="margin: 0;">ДП 44.03.04.107 ПЗ</h2> </div> <div style="text-align: right; width: 10%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Лист</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">101</div> </div> </div>						Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-											

– разработали средства обучения - плакат «Подвесная сварочная головка ПКТБА-СГПГ_Н».

Все эти разделы могут быть использованы для разработки учебных и тематических планов и планов уроков с подбором средств обучения для переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», учебных заведениях, подразделениях предприятий, учреждений и фирм, имеющих право на ведения указанной деятельности в рамках, установленных действующим законодательством.

Инв. № подл	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №				Подп. и дата	
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ						Лист
											102

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы разработан технологический процесс автоматической сварки емкостей гидросистемы, при этом решен вопрос с выбором способа сварки, подобраны сварочные материалы, выбрано оборудование, назначены режимы сварки.

Разработанная технология показывает высокую экономическую эффективность по сравнению с базовым вариантом за счет автоматизации процесса и снижения расхода защитного газа.

В методической части работы разработан вопрос обучения персонала для работы на внедряемом оборудовании с применяемыми в производстве материалами.

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
										103

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Сварные соединения титановых сплавов. Моисеев В.Н. Куликов Ф.Р. Кириллов Ю.Г., Шолохова Л.В. Васькин Ю.В. М., «Металлургия» 1978 г. 248с. С ил.

2 2) Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. Под ред. акад Б. Е. Патона М., «Машиностроение», 1974. 768 с.

3 Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов. Справ. изд./Под ред. Э. Л. Макарова -М.: Metallurgy, 1991, с. 528.

4 Сварка титана и его сплавов М.Х. Шоршоров, Г.В. Назаров, Москва «Машгиз» 1959г.

5 Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. Колачев Б.А, Ливанов В.А., Елагин В.И. Москва, «Металлургия» 1972

6 Сварка химически активных и тугоплавких металлов Гуревич С.М. Москва, «Машиностроение» 1982г

7 Сварка плавлением титана, циркония, молибдена, тантала и никеля Третьяков Ф.Е. Москва, «Профиздат» 1960

8 Сварка высокопрочных титановых сплавов Гуревич С.М, Куликов Ф.Р Москва, «Машиностроение» 1975г.

9 Федулова М.А. Формирование специальной компетенции будущих педагогов профессионального обучения: дисс...канд. пед. наук: 13.00.02, 13.00.08: защищена 26.12.08: утв. 30.03.09 .Федулова Марина Александровна. – Екатеринбург, 2008. — 208 с.

10 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с

11 Скаун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скаун. - М.: Профессиональное образование, 1992.

Ч.1.: 165 с.

Ч.2.: 204 с.

12 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением /

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	ДП 44.03.04.107 ПЗ					Лист
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-						104

А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.

13 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А.В. Коновалов, А. С.Куркин, Э.Л.Макаров [и др.]; под ред. В.М.Неровного. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ, 2007. - 752 с.

14 ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки

15 ПИ 1.4.1898-2003 Сварка дуговая сплавов титана в среде защитных газов.

16 Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426) [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые дан. – ООО «НПП «Гарант-Сервис», 2018. - Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/71298726:0>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 05.05.2018).

17 Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. 5-е изд., перераб. и доп. -М.: КУРС; ИНФРА-М, 2013. - 448 с.

18 Кузнецов, Ю.В. Расчет экономической эффективности новой сварочной технологии [Текст]: методические указания / Ю.В. Кузнецов. – Екатеринбург: Изд-во Ур. фед. гос. ун-та, 2014. – 159 с.

19 Степанов, В.В. Справочник сварщика / В.В. Степанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 559 с.

20 «Сварочное оборудование»[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esab.ru> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 11.06.2017).

21 Марочник стали и сплавов. Характеристика материала св-08Г2С [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.splavkharkov.com/mat_start.php?name_id=3143/ (Дата обращения 20.05.2018).

22 Сварка бб– сварочное оборудование, электроды, проволока. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. –AUT 501/501 D сварочная горелка,

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ	Лист
											105

AbicorBinzel (Германия) – Режим доступа: <http://svarka66.ru/catalog/aut-24-kd-svarochnaya-gorelka-abicor-binzal-germaniya.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 18.05.2018)

23 Автоматическая аргонодуговая сварка. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Автоматическая аргонодуговая сварка. – Режим доступа: <http://svarkaipayka.ru/tehnologia/termicheskaya/argonodugovaya-svarka-neplavyashhimsya-elektrodom.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 23.04.2018)

24 Зубченко А.С, Марочник сталей и сплавов / А.С.Зубченко - М.: Машиностроение, 2001.

25 EWMgroup. [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – Аппараты для сварки MIG/MAG. – Режим доступа: <http://ewm-welding.ru/migmag/4173/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 10.06.2018)

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата					
Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-	ДП 44.03.04.107 ПЗ				
					Лист				
					106				

Приложение А

Инв. № подл	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Да-

ДП 44.03.04.107 ПЗ

